

**TUGAS AKHIR - RG1536**

**PENGOLAHAN DATA *MULTIBEAM*  
*ECHOSOUNDER* UNTUK MENDETEKSI PIPA  
BAWAH LAUT MENGGUNAKAN PERANGKAT  
LUNAK EIVA NAVISUITE  
(Studi Kasus: Muara Bekasi)**

**DODY PAMBUDHI**  
**NRP 3513100054**

Dosen Pembimbing  
Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D  
Khomsin, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**TUGAS AKHIR - RG1536**

**PENGOLAHAN DATA *MULTIBEAM*  
*ECHOSOUNDER* UNTUK MENDETEKSI PIPA  
BAWAH LAUT MENGGUNAKAN PERANGKAT  
LUNAK EIVA NAVISUITE  
(Studi Kasus: Muara Bekasi)**

**DODY PAMBUDHI  
NRP 3513100054**

**Dosen Pembimbing  
Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D  
Khomsin, ST., MT.**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



**FINAL TASK - RG1536**

**MULTIBEAM DATA PROCESSING FOR PIPE  
DETECTION USING EIVA NAVISUITE  
SOFTWARE  
(Case Study: Muara Bekasi)**

**DODY PAMBUDHI**  
**NRP 3513100054**

Supervisor  
Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D.  
Khomsin, ST., MT.

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**  
**Surabaya 2017**

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

**PENGOLAHAN DATA *MULTIBEAM*  
ECHOSOUNDER UNTUK MENDETEKSI PIPA  
BAWAH LAUT MENGGUNAKAN PERANGKAT  
LUNAK EIVA NAVISUITE  
(Studi Kasus: Muara Bekasi)**

**Nama Mahasiswa : Dody Pambudhi**  
**NRP : 3513100054**  
**Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Dinar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D**  
**Khomsin, ST, MT.**

**Abstrak**

Pipa bawah laut merupakan instalasi yang dibangun dengan suatu keperluan yang vital. Pipa bawah laut membawa fluida produksi (minyak dan gas) yang disalurkan di dasar laut untuk menghemat biaya distribusi. Menurut *Pipeline Safety Regulations* tahun 1996, kegiatan inspeksi terhadap pipa di dasar laut dilakukan untuk mengendalikan resiko yang akan terjadi pada pipa tersebut. Inspeksi pipa bawah laut membutuhkan informasi yang teliti mengenai kondisi, posisi fiks dan keadaan sekitar pipa. Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan data *multibeam echosounder* untuk mendeteksi pipa bawah laut. Data yang digunakan adalah data *multibeam* dari proyek yang berjudul PT.PGN Engineering, Procurement, Installation, Commissioning (EPIC) Permanent repair for Offshore Pipeline Phase 2 LBM-MBK KP 138 yang dikerjakan oleh PT. Seascope Surveys Indonesia di Muara Bekasi pada tanggal 30 Januari 2015. Dalam penelitian ini pengolahan data *multibeam* dibagi menjadi dua, pengolahan data kalibrasi *multibeam* dan pengolahan data survei *multibeam* yang keduanya menggunakan perangkat lunak EIVA Navisuite. Hasil dari pengolahan data kalibrasi berupa nilai derajat keseimbangan kapal (*patch test*) sebesar *pitch*  $-0.055^{\circ}$ , *roll*  $-0.361^{\circ}$  dan *yaw*  $-1.095^{\circ}$ . Dari Hasil visualisasi data survei, permukaan dasar laut relatif datar dengan kisaran kedalaman antara 24.13 – 25.05 meter dibawah permukaan laut

dengan rentang pipa 531 m pada KP 137.739 (701977.54 E, 9339878.09 N) sampai KP 138.270 (702485.91 E, 9339724.72 N) dan tidak ada pipa yang terkubur sepanjang rute. Didapatkan informasi dari pipa yang mengalami bentang bebas (*freespan*) mulai dari dari KP 137.955 (702182.80 E, 9339810.66 N) sampai KP 138.046 (702269.90 E, 9339784.37 N) dengan panjang 91 m dan ketinggian maksimum dari bawah pipa terhadap permukaan dasar laut adalah 1.95 m pada KP 137.991 (702217.40 E, 9339800.51 N).

***Kata Kunci : Deteksi Pipa, Kilometer Post (KP), Freespan, Multibeam, Patch Test.***



# MULTIBEAM DATA PROCESSING FOR PIPE DETECTION USING EIVA NAVISUITE (Case Study: Muara Bekasi)

**Student Name** : Dody Pambudhi  
**NRP** : 3513100054  
**Department** : Geomatics Engineering FTSP-ITS  
**Supervisor** : Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D.  
Khomsin, ST., MT.

## Abstract

*Subsea pipes are an installations built for vital needs. Subsea pipelines carry a production fluid (oil and gas) which is channeled on the seabed to save on distribution costs. According to the pipeline safety regulations (1996) the purpose of pipeline inspection is to controlling the risk of the pipe. Pipeline inspection needs more detail information about condition, fix position and circumstances around the pipe. In this research, multibeam echosounder data processed for detecting subsea pipes. The used multibeam data is from the project titled PT.PGN Engineering, Procurement, Installation, Commisioning (EPIC) Permanent repair for Offshore Pipeline Phase 2 LBM-MBK KP 138 taken by PT. Seascope Surveys Indonesia at Muara Bekasi on January 30, 2015. In this study multibeam data processing is divided into two processes, multibeam data calibration processing and multibeam survey data processing which both use EIVA Navisuite software. The result of calibration data processing is the error value of the ship's balance position (patch Test) of pitch  $-0.055^{\circ}$ , roll  $-0.361^{\circ}$  and yaw  $-1.095^{\circ}$ . From the survey data visualization, the seabed surface is relatively flat with a depth range between 24.13 - 25.05 meters below sea level with a pipe length 531 m start at KP 137.739 (701977.54 E, 9339878.09 N) to KP 138.270 (702485.91 E, 9339724.72 N) and there is no buried pipes along the route. The information about pipeline event is a section freespan starting from KP 137.955 (702182.80 E, 9339810.66 N) to KP 138.046*

*(702269.90 E, 9339784.37 N) with length 91 m and maximum height from below pipe to seabed surface is 1.95 m At KP 137.991 (702217.40 E, 9339800.51 N).*

***Key Word: Pipe Detection, Kilometer Post (KP), Freespan, Multibeam, Patch Test.***

**PENGOLAHAN DATA *MULTIBEAM*  
ECHOSOUNDER UNTUK MENDETEKSI PIPA  
BAWAH LAUT MENGGUNAKAN PERANGKAT  
LUNAK EIVA NAVISUITE  
(Studi Kasus: Muara Bekasi)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**DODY PAMBUDHI**  
Nrp. 3513 100 054

Disetujui Oleh pembimbing Tugas Akhir :

1. Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D.
2. Khomsin, ST., MT.



SURABAYA, JULI 2017

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya sampaikan kehadiran Alah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhirnya yang berjudul **“Pengolahan Data Multibeam Untuk Mendeteksi Pipa Bawah Laut Menggunakan Perangkat Lunak EIVA NaviSuite”** dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Yuliardi Sukardi dan ibu Suti Dustiah yang selalu memberikan doa dan dukungannya untuk kelancaran penelitian ini.
2. Saudara kandung penulis, Yendi Fri Ananda, S.H., Didit Panditha, S.T., Deo Permana yang memberikan dukungan penulis dalam melakukan penelitian dari tugas akhir ini.
3. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.t., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS
4. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing satu penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran serta dukungan dalam bimbingan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Bapak Khomsin S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran serta dukungan dalam bimbingan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Ibu Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil, Ph.D, selaku dosen wali penulis
7. Semua staff dan pegawai dari PT.Seascope Surveys Indonesia yang telah membantu penulis dalam data dan pengetahuan.

8. Teman-teman jurusan Teknik Geomatika ITS, khususnya angkatan 2013 atas dukungan dan semangat yang diberikan.
9. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis.

Kritik dan saran bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk mahasiswa jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Mei 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	I
ABSTRAK .....	V
ABSTRACT .....	VII
KATA PENGANTAR.....	XI
DAFTAR ISI .....	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XV
DAFTAR TABEL .....	XVII
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH .....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN TUGAS AKHIR .....	2
BAB II LANDASAN TEORI .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
2.1 PIPA BAWAH LAUT .....	3
2.2 MULTIBEAM ECHOSOUNDER .....	3
2.2.1 Prinsip Multibeam Echosounder	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 KALIBRASI DALAM MULTIBEAM ECHOSOUNDER .....	7
2.3.1 Offset Statis .....	7
2.3.2 Patch Test .....	9
2.4 KECEPATAN RAMBAT AKUSTIK .....	15
2.5 PASANG SURUT.....	17
2.6 WAHANA SURVEI .....	19
2.7 EIVA NAVISUITE.....	21
2.8 PENELITIAN TERDAHULU.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	27

3.1 LOKASI PENELITIAN .....	27
3.2 DATA DAN PERALATAN .....	28
3.2.1 Data .....	28
3.2.2 Peralatan .....	28
3.3 METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.3.1 Tahapan Penelitian .....	29
3.3.2 Diagram Alir Pengolahan Data.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 HASIL DAN ANALISA PERHITUNGAN PASANG SURUT .....	41
4.2 HASIL DAN ANALISA SOUND VELOCITY PROFILE .....	42
4.3 HASIL DAN ANALISA PENGOLAHAN DATA KALIBRASI MULTIBEAM.....	43
4.4 HASIL DAN ANALISA DATA SURVEI MULTIBEAM .....	44
4.5 VALIDASI PIPA YANG TERDETEKSI .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 KESIMPULAN.....	51
5.2 SARAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN .....	57
BIOGRAFI PENULIS .....	79



## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 PRINSIP MULTIBEAM ECHOSOUNDER .....	4
(HANDBOOK OF OFFSHORE SURVEYING VOLUME TWO 2007) .....	4
GAMBAR 2.2 DENAH WAHANA SURVEI .....	8
GAMBAR 2.3 LATENCY DATA COLLECTION.....	10
GAMBAR 2.4 PENGAMBILAN DATA <i>PITCH</i> .....	11
GAMBAR 2.5 KESALAHAN DARI <i>PITCH</i> .....	11
GAMBAR 2.6 BENTUK JALUR ROLL .....	12
GAMBAR 2.6 PENGAMBILAN DATA <i>ROLL</i> .....	12
GAMBAR 2.7 KESALAHAN DARI <i>ROLL</i> .....	13
GAMBAR 2.8 PENGAMBILAN DATA <i>YAW</i> .....	14
GAMBAR 2.9 KESALAHAN 0.5° PADA <i>YAW</i> .....	14
GAMBAR 2.10 KESALAHAN 1.0° PADA <i>YAW</i> .....	15
GAMBAR 2.11 TAMPILAN NAVIPAC .....	22
GAMBAR 2.12 TAMPILAN NAVISCAN .....	23
GAMBAR 3.1 LOKASI SURVEI.....	27
GAMBAR 3.2 DIAGRAM ALIR TAHAPAN PENELITIAN.....	29
GAMBAR 3.3 DIAGRAM ALIR PENGOLAHAN DATA KALIBRASI.....	32
GAMBAR 3.4 DIAGRAM ALIR PENGOLAHAN DATA SURVEI <i>MULTIBEAM</i> .....	37
GAMBAR 4.1 GRAFIK PASANG SURUT 39 JAM.....	41
GAMBAR 4.2 GRAFIK <i>SOUND VELOCITY PROFILE</i> .....	42
GAMBAR 4.3 SUMBU ROTASI KAPAL .....	43
GAMBAR 4.4 BATIMETRI .....	44
GAMBAR 4.5 JALUR PIPA.....	45
GAMBAR 4.6 PROFIL MEMANJANG PIPA .....	45
GAMBAR 4.7 PROFIL MELINTANG PIPA.....	46
GAMBAR 4.8 POSISI PIPA <i>EXPOSED</i> .....	48
GAMBAR 4.9 POSISI PIPA <i>FREESPAN</i> .....	48
GAMBAR 4.10 TAMPILAN 2D PIPA DAN DATA <i>RUNLINE</i> KP.....	49

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 SPESIFIKASI R2SONIC 2024.....	6
TABEL 2.2 PENGUKURAN <i>VESSEL OFFSET</i> .....	8
TABEL 2.3 SPESIFIKASI VALEPORT MINI-SVS .....	17
TABEL 2.4 SPESIFIKASI RBR VIRTUOSO .....	19
TABEL 2.5 SPESIFIKASI ROV SUPPORT VESSEL (MV) ENDEAVOUR .....	20
TABEL 2.6 KOORDINAT AREA SAMPEL PIPA BAWAH LAUT MULTIBEAM ECHOSOUNDER .....	25
TABEL 2.6 KOORDINAT AREA SAMPEL PIPA BAWAH LAUT <i>SUB</i> <i>BOTTOM PROFILER</i> .....	25
TABEL 4.1 SAMPEL INFORMASI .....	47
DETIL POTONGAN MELINTANG .....	47
INTERVA 1 METER .....	47

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi adalah kebutuhan global yang tidak dapat dipungkiri, terutama minyak dan gas (migas). Permintaan terhadap migas terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri migas sehingga harus diiringi dengan distribusi yang tepat, khususnya pada area lepas pantai. Pembangunan pipa bawah laut merupakan salah satu sistem distribusi pengangkutan material yang efektif sebagai pengganti kapal tanker.

Pipa bawah laut merupakan saluran pipa yang sangat panjang yang digunakan untuk pendistribusian material cair maupun gas antar anjungan atau dari anjungan ke darat. Saluran pipa bawah laut sebagai salah satu sistem distribusi dalam industri minyak dan gas harus selalu diperhatikan kondisinya agar terhindar dari risiko kerugian material maupun dampak terhadap lingkungan. Menurut *Pipeline Safety Regulations* tahun 1996, kegiatan inspeksi terhadap pipa di dasar laut dilakukan untuk mengendalikan resiko yang akan terjadi pada pipa tersebut. Selain itu, kegiatan inspeksi pada pipa di dasar laut dilakukan untuk mencegah tidak terjadinya kebocoran dan kerusakan yang lebih besar yang mengakibatkan tercemarnya lingkungan sekitar, produksi berkurang, dan biaya perbaikan yang lebih mahal.

Inspeksi pipa bawah laut membutuhkan informasi yang teliti mengenai kondisi, posisi fiks dan keadaan sekitar pipa. Survei inspeksi pada umumnya memanfaatkan instrumen hidroakustik, seperti *multibeam echosounder* (MBES). MBES digunakan untuk memperoleh informasi spasial berupa topografi dasar laut. Pancaran gelombang akustik yang lebar dari transduser MBES memungkinkan untuk memetakan topografi dasar laut dengan cakupan 100%, tanpa adanya *gap* (Subroto, 2012). Titik-titik kedalaman yang rapat dapat diukur

secara simultan, cepat dan memiliki keakuratan yang tinggi. Keakuratan tinggi dari MBES ini membantu dalam proses pendeteksian pipa bawah laut dan identifikasi keadaan sekitar pipa.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengolahan data *multibeam echosounder* untuk mendeteksi pipa bawah laut menggunakan perangkat lunak EIVA NaviSuite.
2. Bagaimana posisi dan kondisi sekitar pipa yang terdeteksi.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data *multibeam echosounder* dan data pendukung (data pasang surut dan data *sound velocity profile*).
2. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak EIVA NaviSuite dalam pengolahan data.

### **1.4 Tujuan Tugas Akhir**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui langkah-langkah dari proses pengolahan data *multibeam echosounder* menggunakan perangkat lunak EIVA NaviSuite untuk mendeteksi pipa bawah laut.
2. Mengetahui posisi fiks dan keadaan sekitar pipa yang terdeteksi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pipa Bawah Laut**

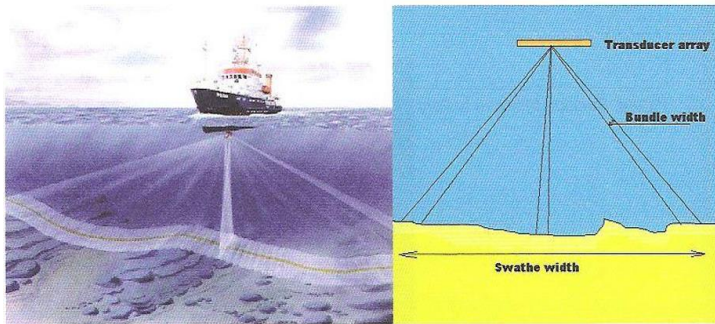
Pipa bawah laut merupakan saluran pipa yang sangat panjang yang digunakan untuk pendistribusian material cair maupun gas antar anjungan atau dari anjungan ke darat. Banyak aspek yang harus diperhatikan dalam perancangan saluran pipa bawah laut, antara lain tebal dinding, pemilihan material, peninjauan rute, pemilihan rute, data lingkungan, perlindungan katodik terhadap korosi, kestabilan pada permukaan dasar laut, analisis tekuk, ekspansi termal, analisis kelelahan, dan analisis terhadap bentang bebas (*freespan*) atau bagian pipa yang tidak tertumpu (Nugraha, 2015).

Dinamika di lautan, seperti erosi, *sand wave*, dan *rock beam* dapat menyebabkan terjadinya *freespan*. Panjang *freespan* ini sebaiknya dijaga dalam batas yang diizinkan pada proses perancangan baik selama atau setelah instalasi dengan cara memberikan *support* atau penopang. Untuk mendeteksi *freespan* tersebut dilakukan inspeksi secara berkala. Inspeksi pipa membutuhkan informasi yang teliti mengenai kondisi dasar laut. Survei inspeksi pada umumnya memanfaatkan berbagai macam instrumen hidroakustik, seperti *Multibeam Echosounder* (MBES) dan *Side Scan Sonar* (SSS) (Nugraha, 2015).

#### **2.2 Multibeam Echosounder**

*Multibeam echosounder* adalah sebuah instrumen yang mampu memetakan lebih dari satu titik lokasi permukaan dasar laut dengan satu kali pancaran sinyal dan menghasilkan resolusi yang lebih baik dari *echosounder* konvensional (L-3 Communication *SeaBeam Instrument* 2000). *Multibeam echosounder* memancarkan *beam* dengan frekuensi rentang

12-500 kHz. Pola pancarannya melebar dan melintang terhadap badan kapal. Jika kapal bergerak maju maka hasil sapuan *multibeam echosounder* tersebut akan menghasilkan suatu luasan yang menggambarkan permukaan dasar laut (Moustier, 1998). Berikut prinsip *multibeam echosounder* dapat dilihat dari Gambar 2.1



Gambar 2.1 Prinsip Multibeam Echosounder (Handbook of Offshore Surveying Volume Two, 2007)

Area yang tegak lurus dengan jalur survei ini disebut *swath*. Dimensi dari *swath* yang melintang tegak lurus dengan badan kapal disebut dengan *swath width*, biasanya dimensi ini diukur dalam satuan derajat atau ukuran fisik yang biasanya berubah terhadap kedalaman (L-3 Communication *SeaBeam Instrument* 2000).

Pada Prinsipnya pengukuran *multibeam echosounder* yang digunakan adalah pengukuran selisih fase pulsa akustik (jenis pengamatan yang digunakan adalah metode pulsa akustik). Untuk teknik pengukuran yang digunakan selisih fase pulsa akustik ini merupakan fungsi dari selisih waktu pemancaran dan penerimaan pulsa akustik serta sudut datang dari sinyal tiap-tiap transduser. Selisih fase pulsa akustik dalam *multibeam echosounder* artinya sebagai fungsi dari selisih fase



waktu pemancaran dan waktu penerimaan. Kemudian perhitungan waktu tempuh dan arah sudut pancaran setiap *stave* yang ditentukan dari pengukuran selisih fase pulsa *multibeam echosounder* (Sasmita, 2008).

Data *multibeam* yang digunakan adalah data yang merupakan hasil survei dari PT. Seascope Surveys Indonesia yang dilakukan di wilayah Muara Bekasi, Jakarta Utara. Format *raw* data sebelum dilakukan pengolahan data \*.sbd. Data yang akan dilakukan pengolahan data antara lain: data kedalaman, pasang surut dan profil kecepatan suara. Semua data diolah menggunakan perangkat lunak Eiva Navisuite. Data profil kecepatan suara digunakan sebagai koreksi untuk menghindari kesalahan pengukuran kedalaman dalam proses pengolahan data *multibeam echosounder*. Data pasang surut digunakan sebagai koreksi data kedalaman agar profil kedalaman yang dihasilkan memiliki referensi tinggi vertikal yang jelas (Sasmita, 2008).

Menurut *International hydrographic organization special publication 44* (2008), Kegiatan survei inspeksi pipa bawah laut pada kedalaman hingga 40 m dekat pelabuhan tempat bersandar dan terusan kritis (berbahaya) dimana terdapat banyak instalasi distribusi bawah laut (pipa bawah laut) masuk ke dalam orde khusus yang harus memiliki cakupan batimetri 100% maka dipilihlah *multibeam echosounder*. Alat *multibeam* yang digunakan dalam pemeruman ini adalah R2Sonic 2024 dengan spesifikasi berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi R2Sonic 2024  
(Sumber: R2Sonic 2024 *manual book*)

		
Spesifikasi sistem	Frekuensi	200kHz-400kHz
	Lebar pancar, <i>across track</i>	0.5°
	Lebar pancar, <i>along track</i>	1.0°
	Jumlah <i>beam</i>	256
	<i>Swath sector</i>	130°
	<i>Max range setting</i>	400m
	Panjang pulsa	10µs-1ms
	Tipe pulsa	<i>Shaped CW</i>
	<i>Depth rating</i>	200m
	Suhu operasi	°C to 40°C
	Suhu penyimpanan	30°C to 55°C
<i>Electrical Interface</i>	Mains	90-260 VAC, 45-65Hz
	Konsumsi <i>power</i>	<50
	<i>Uplink / downlink</i>	10/100/1000Base-T, <i>Ethernet</i>
	<i>Interface data</i>	10/100/1000Base-T, <i>Ethernet</i>

	<i>Sync in, sync out</i>	TTL
	GPS 1PPS	RS-232
	<i>Auxiliary sensors</i>	RS-232
	Panjang kabel	25m

## **2.3 Kalibrasi Dalam Multibeam Echosounder**

Wahana survei tidak pernah berhenti bergerak sewaktu survei dilaksanakan, baik karena faktor dinamika lautan maupun cuaca. MBES yang terpasang pada wahana survei selalu membaca kedalaman dengan asumsi bahwa wahana survei diam sempurna, sehingga harus dilakukan kalibrasi agar nilai kedalaman tersebut valid. Proses kalibrasi yang dilakukan meliputi proses kalibrasi *offset static*, *patch test* (*pitch*, *roll*, *yaw*) serta kecepatan rambat akustik (Mann & Godin, 1996).

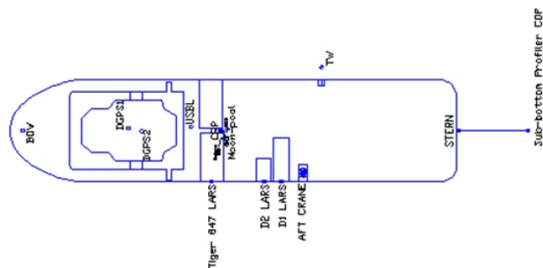
### **2.3.1 Offset Statis**

*Offset static* adalah suatu kegiatan penentuan letak dari masing-masing alat atau sensor yang terpasang di wahana survei dan terhadap titik referensi wahana survei. Hasil yang didapat dari *offset static* adalah suatu denah dengan koordinat x, y, dan z masing-masing sensor lainnya terhadap titik referensi wahana survei yang memiliki koordinat (0; 0; 0) (Mann & Godin, 1996).

Data pengukuran *offset static* kapal sudah dilakukan pengukuran oleh surveyor dari PT. Seascope Surveys Indonesia terhadap ROV *Support Vessel* (MV) Endeavour, dapat dilihat di Gambar 2.2 dengan rincian pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Pengukuran *Vessel Offset*  
(Sumber: SSI-1450-OP-RPT-001 *Mobilisation Report, 2015*)

No.	Nama <i>Offset</i>	X-Axis (m)	Y-Axis (m)	Z-Axis (m)
1	CRP	0.00	0.00	0.00
2	Veripos DGPS Primary	0.40	14.51	22.21
3	Veripos DGPS Secondary	-0.05	12.43	19.71
4	Stern	0.00	-37.53	0.00
5	Bow	0.00	31.10	0.00
6	USBL Pole	0.6	4.62	-8.69
7	Aft Crane	-6.59	-12.97	0.00
8	Tiger 847 Lars	-8.00	1.40	0.00
9	Moon-Pool Center	0.01	-0.78	-0.00
10	MBES	0.21	-1.34	-4.55
11	SBES	-0.09	-0.36	-4.56
12	Octan Gyro	-1.17	-.016	0.00
13	Diver Lars 1	-8.00	-9.55	0.00
14	Divers Lars 2	-8.00	-6.85	0.00
15	Taut Wire	10.00	-15.87	0.00
16	Sub-bottom Profiler CDP	0.00	-48.33	0.00



Gambar 2.2 Denah Wahana Survei (SSI-1450-OP-RPT-001  
*Mobilisation Report, 2015*)

### **2.3.2 Patch Test**

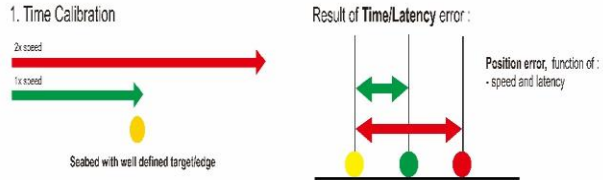
Keselaran dari sonar *Multibeam Echosounder* terhadap sensor gerak dan *gyro* sangat berpengaruh di akurasi pengambilan data kedalaman. Tidak mungkin untuk pemasangan sonar tepat lurus dengan sensor gerak dan *gyro*, dibutuhkan koreksi ( $x.xx^\circ$ ). Pengkoreksian terhadap waktu GPS juga diperlukan sewaktu pengambilan data kalibrasi. Masalah dari kalibrasi *multibeam* harus dilakukan untuk mengukur koreksi sudut dari sonar, sensor gerak, *gyro* dan waktu yang tidak sinkron (Mann & Godin, 1996).

*Patch test* termasuk mengumpulkan data dari berbagai tipe permukaan dasar laut dan pemrosesan data sampai pada ke proses *patch test* nya. Ada dua metode untuk memproses data yang digunakan: yaitu dengan pendekatan model dan pendekatan dari permukaan berulang yang sama. Setiap metode ini mempunyai kekurangan dan kelebihan tergantung pada tipe permukaan yang disurvei. Semua perangkat lunak modern untuk pengumpulan data multibeam sudah memiliki fitur *patch test*. Pada perangkat lunak EIVA Navisuite fitur *patch test* meliputi *time latency*, *pitch*, *roll*, dan *yaw*.

a. *Time Latency* (keterlambatan waktu)

Pada kalibrasi untuk mengkoreksi keterlambatan waktu dalam pengambilan data kedalaman adalah dengan jalur kapal yang sama, tetapi dengan kecepatan kapal yang berbeda. Dibutuhkan sebuah objek didasar laut yang mudah untuk diidentifikasi seperti batu besar atau lereng. Kemudian menjadi

data pembanding untuk menentukan keterlambatan waktu sewaktu survei (Brennan, 2009).

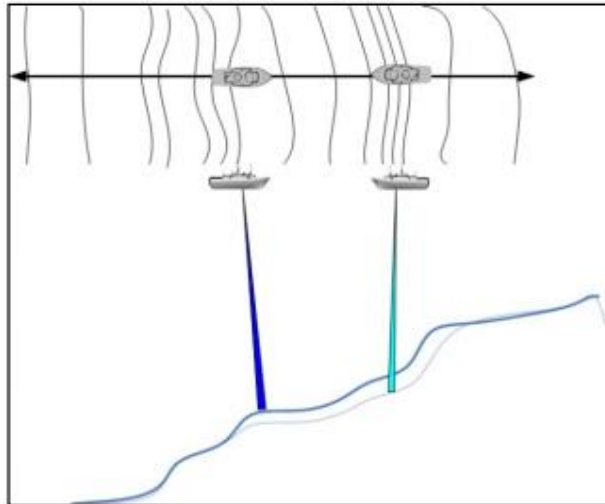


Gambar 2.3 Pengambilan Data *Time Latency* (Brennan, 2009)

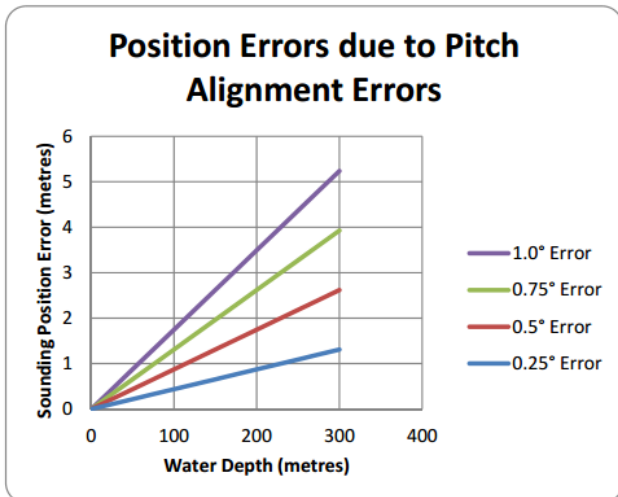
Pada pengambilan data dilapangan, telah dilakukan koreksi keterlambatan waktu menggunakan alat yang bernama *Timebox*. *Timebox* adalah salah satu perangkat keras buatan EIVA yang terintegrasi dengan perangkat lunak Navipac dan Naviscan. Sistem kerja dari alat *Timebox* ini adalah mensinkronkan waktu dari setiap sensor dan alat dengan ketelitian sampai *miliseconds*.

b. *Pitch*

Dalam pengambilan data *pitch*, hampir sama dengan tipe permukaan dasar laut pada *latency test*. Perbedaan dengan *latency test* adalah pada kecepatan kapal. Dalam pengambilan data *pitch* kecepatan kapal sama. Kesalahan pada *pitch* ini semakin besar seiring dengan kedalaman (Brennan 2009).



Gambar 2.4 Pengambilan Data *Pitch* (Brennan, 2009)



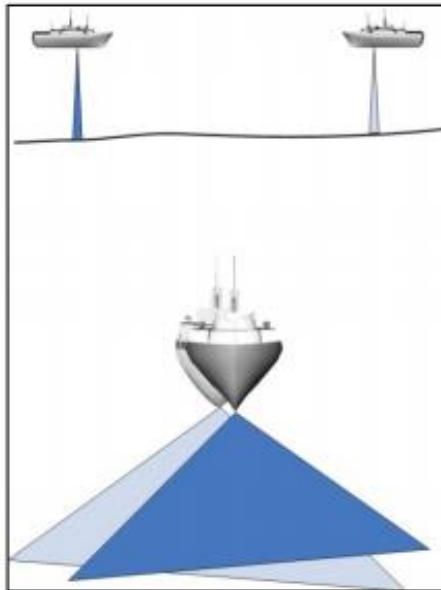
Gambar 2.5 Kesalahan Dari *Pitch* (Brennan, 2009)

c. *Roll*

Pengambilan data untuk *roll* harus dipermukaan dasar laut yang relatif datar dan diambil 2 kali pulang pergi dalam satu jalur. Ketika data ditampilkan dalam potongan memanjang, maka terlihat perbedaan antara kedua permukaan. Banyak program *patch test* akan melakukan iterasi untuk mengukur perbedaan terkecil antara kedua permukaan ini (Brennan 2009).



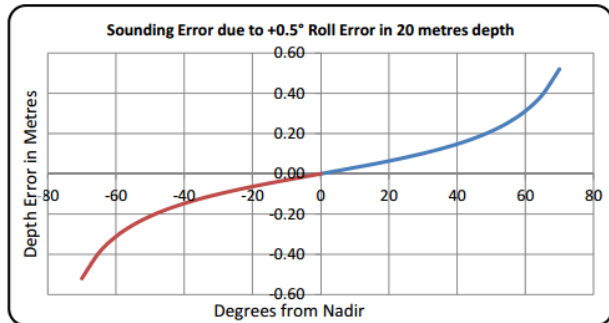
Gambar 2.6 Bentuk jalur roll (Brennan, 2009)



Gambar 2.6 Pengambilan Data *Roll* (Brennan, 2009)



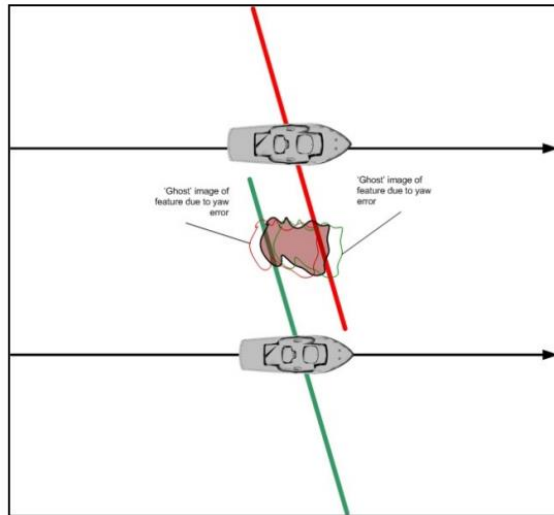
*Roll* mungkin menjadi kesalahan yang fatal dalam *patch test*. Tetapi, dalam perhitungan untuk menentukan koreksi *roll* adalah yang termudah dan biasanya nilainya konsisten.



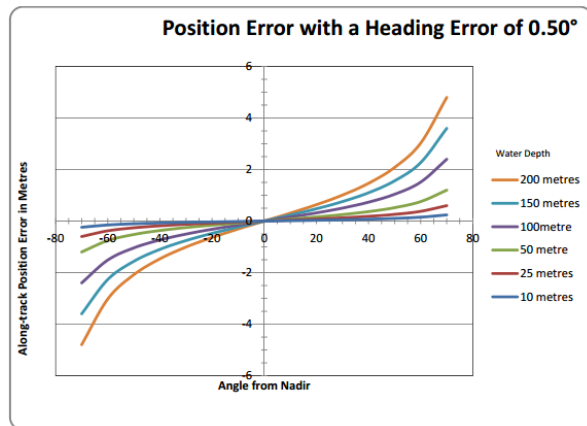
Gambar 2.7 Kesalahan Dari *Roll* (Brennan, 2009)

d. *Yaw*

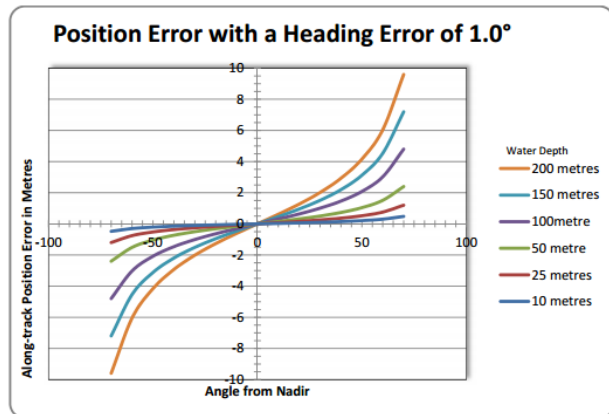
Pengambilan data *yaw* sangat sulit jika dibandingkan dengan tes lainnya. Dibutuhkan sebuah objek didasar laut yang diambil bukan tepat dibawah kapal, tetapi di tepi dari jangkauan *beam* yang dipancarkan, memungkinkan untuk mengetahui bahwa *slope* tidak tepat tegak lurus terhadap badan kapal. Untuk pengambilan data *yaw*, digunakan 2 jalur paralel dengan sama arah. Koreksi pada *yaw* akan meningkat seiring dengan semakin jauhnya objek yang terdeteksi dari nadir kapal (Brennan 2009).



Gambar 2.8 Pengambilan Data *Yaw* (Brennan, 2009)



Gambar 2.9 Kesalahan  $0.5^\circ$  Pada *Yaw* (Brennan, 2009)



Gambar 2.10 Kesalahan  $1.0^\circ$  Pada *Yaw* (Brennan 2009)

Pada Gambar 2.9 dan 2.10 menjelaskan kesalahan *yaw* / *heading* terhadap kedalaman. Pada Gambar 2.9 menjelaskan untuk kesalahan *yaw*  $0.50^\circ$  pada kedalaman 200 m mempunyai kesalahan kedalaman 7 m dan mempunyai sudut sebesar  $70^\circ$  dari nadir. Sedangkan untuk Gambar 2.10 menjelaskan bahwa untuk kesalahan  $0.1^\circ$  *yaw* pada kedalaman 200 m mempunyai kesalahan 0.5 m dan memiliki sudut sebesar  $70^\circ$  dari nadir.

## **2.4 Kecepatan Rambat Akustik**

Adanya perbedaan parameter seperti salinitas, suhu, dan tekanan di setiap kolom air laut mengakibatkan adanya perbedaan kecepatan rambat akustik di setiap kolom tersebut. Nilai frekuensi berpengaruh terhadap kedalaman perairan yang dapat dicapai, semakin tinggi frekuensinya, semakin rendah kedalaman yang dapat dicapai. Begitu pula sebaliknya. Untuk medium perambatan, suhu menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman, sedangkan salinitas dan tekanan air

semakin meningkat. Pengukuran kecepatan salinitas dan tekanan air semakin meningkat. Pengukuran kecepatan gelombang akustik bertujuan untuk mengetahui kecepatan gelombang akustik pada tiap lapisan kedalaman perairan, dimana dipengaruhi oleh salinitas, suhu dan kedalaman (Hansen, 2010). Untuk itu dilakukan pengukuran kecepatan rambat akustik menggunakan alat *Sound Velocity Profiler* (SVP). Sistem kerja dari SVP adalah dengan menggunakan *reflektor* yang diletakkan di dasar laut dan kemudian dipantulkan sinyal akustik dari SVP yang terpasang di kapal selama selang waktu tertentu. Kecepatan tersebut kemudian dirata-ratakan dan didapatkanlah profil dan koreksi dari kecepatan rambat akustik di setiap kolom air laut di area survei (Sasmita, 2008).

Dalam mengukur kecepatan rambat akustik di lokasi survei, PT. Seascapes Surveys Indonesia menggunakan alat Valeport mini-SVS dengan spesifikasi pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Valeport Mini-SVS  
(Sumber: Valeport mini-SVS *manual book*)

		
Kelistrikan	Tegangan	8 – 30 vDC
	<i>Power</i>	0.25 W (SV only), 0.35W (SV + <i>Pressures</i> )
	<i>Connector</i>	Subconn MCBH6F ( <i>alternatives on request</i> )
Kualitas	<i>Range</i>	1375 – 1900 m/s
	Resolusi	0,001 m/s
	Akurasi	<i>Dependent on sensor size</i>
Fisik	<i>Depth rating</i>	6000m (Titanium), 500m (acetal)
	Berat	1 kg
	<i>Housing and bulkhead</i>	Titanium atau acetal,
	Jendela transduser	<i>Polycarbonate</i>
	Sensor	Karbon
	<i>Piringan reflektor</i>	Titanium

## 2.5 Pasang Surut


Pasang surut adalah perubahan naik dan turunnya permukaan laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama matahari dan bulan. Tujuan dari pengamatan pasang surut dalam survei

batimetri adalah untuk menentukan bidang referensi kedalaman seperti duduk tengah atau muka surutan (*chart datum*) dan penentuan koreksi hasil pengukuran kedalaman agar dapat mengacu pada salah satu bidang referensi vertikal (Rismanto, 2001).

Duduk tengah merupakan bidang permukaan laut rata-rata yang diperoleh dari merata-ratakan pengamatan tinggi muka air laut pada selang waktu tertentu. Sedangkan, muka surutan merupakan bidang referensi vertikal yang dipilih berada di bawah permukaan air terendah berdasarkan pengamatan pasang surut. Muka surutan merupakan bidang referensi vertikal yang dipilih berada di bawah permukaan air terendah berdasarkan pengamatan pasang surut. Muka surutan harus ditetapkan sedemikian rupa agar air rendah yang mungkin terjadi di daerah itu hampir tidak melebihi (lebih rendah) dari muka surutan tersebut (Rismanto, 2001).

Dalam pengukuran pasang surut dilapangan, digunakan alat pencatat pasang surut secara otomatis RBR Virtuoso. RBR Virtuoso adalah alat pengukur pasang surut ditempat yang tidak diawasi dengan spesifikasi alat sebagai berikut:

Tabel 2.4 Spesifikasi RBR Virtuoso  
(Sumber: RBR Virtuoso *manual book*)


		
Fisik	<i>Power</i>	8 or 16 3V CR123A cells
	Komunikasi	True USB and RS-232/485 Penyimpanan : ~30M readings
	<i>Cock accuracy</i>	$\pm 60$ detik / tahun
	Ukuran	~260 or 395mm x $\varnothing 63.5$ mm
	Material	Plastik
Pasang Surut	<i>Averaging rate</i>	>1s, 1 to 6Hz
	Durasi rata-rata	1s to 24h
	Periode sampel	1s up to 24h tekanan
	<i>Range</i>	20/50 m
	Akurasi	$\pm 0.05\%$ full scale
	Resolusi	<0.001% full scale
	Waktu konstan	<10ms
	<i>Drift</i>	~0.1%/year

## **2.6 Wahana survei**

Wahana survei yang digunakan oleh PT.Seascope Surveys Indonesia adalah ROV *Support Vessel* (MV) Endeavour. Kapal ini sudah dimodifikasi untuk *Inspection, repair and maintenance*

(IRM). Dan juga sudah terinstal NaviPac (salah satu perangkat lunak dari EIVA NaviSuite) untuk Navigasi dan *acquisition software* dan visualSoft. Spesifikasi wahana ditunjukkan pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Spesifikasi ROV Support Vessel (MV) Endeavour  
(Sumber: Brosur MV. Endeavour, 2014)

	
Pemilik	PT Sukses Graha Samudera
Kelas	Bureau Veritas / BKI
Nomor IMO	9474424 / PONZ
OVID ID	OS-MH-1-9474424-H
Tahun pembuatan	2008
Pelabuhan berlabuh	Tanjung priok, jakarta
Bendera	Indonesia
Posisi dinamik	Kongsberg K-POS 2 unit DP console OS-650-KMO5 adan aksesoris
Referensi posisi dinamik	Dual Veripos DGPS, 3 x Gyro, 2 x MRU, Sonardyne Ranger USBL, 3 x RADIUS, DPS Taut Wire System
Dimensi lambung kapal	LOA 70.25m, LWL 67.7m, B 16.0m, D (moulded) 6.0m
<i>Draft</i> (desain/maksimum)	4.5m / 5.1m
Gross Tonnage	2,397 T
Kapasitas bahan bakar	775.18m <sup>3</sup>
<i>Portable Water Cap</i>	646m <sup>3</sup>
<i>Bulk Cement Tanks</i>	4 x 42.5m <sup>3</sup>
Tenaga penggerak utama	2 x 1925kw CAT3516B @ 1600rpm - Total 3850kw (5,200BHP approx.)



<i>Auxiliary Engines</i>	3 x 400kw – 415v 3Ph 50Hz
<i>Generator</i>	2 x 540kw – 415v 3Ph 50Hz
<i>Generator darurat</i>	1 x 80kw – 415v 3Ph 50Hz
<i>Generator ROV</i>	2 x 540kw – 440v 3Ph 60Hz
<i>Bow Thrusters</i>	1 x 8 tonne thrust Diesel Engine Driven c/w CPP 70.6 KN <i>Nominal Thrust</i> (441kw approx.) 1 x 5.9 Tonne thrust (375kw approx.) <i>Electric Driven</i> 1 x 5.9 Tonne thrust (375kw approx.)
<i>Stern Thruster</i>	<i>Electric Driven</i> 380m2 @ 7.5t/m2
<i>Clear Deck Space</i>	1 x 25-tonne @ 6m (0-15m per menit) / 14-
<i>Derek utama</i>	Tonne @ 11m (0-15m per min) <i>Man riding certified &amp; MIGAS certified.</i>
<i>Derek bantu</i>	1x 3-tonne <i>General Purpose Crane</i>
<i>“A” Frame</i>	1 x 30-tonne A-frame
<i>akomodasi</i>	57 berths (7 x 1-man, 9 x 2-man, 8 x 4-man)
<i>Sistem ROV</i>	2 x Seaeye Tiger 600m <i>water depth rated (inspection class)</i>
<i>Komunikasi</i>	<i>Computer network, 24hrs VSAT telephone, email and internet</i>

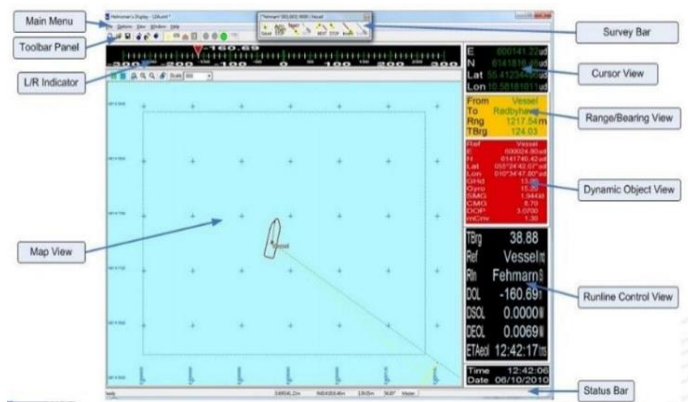
## **2.7 EIVA NaviSuite**

EIVA adalah perusahaan asal Denmark yang menyediakan perangkat lunak, perangkat keras dan jasa untuk mendukung keperluan pekerjaan *offshore survey* dan *construction industry*. EIVA NaviSuite adalah salah satu produk dari EIVA berlisensi, yang terdiri dari Navipac, Naviscan, Naviedit, Navimodel dan Navipilot (EIVA, 2006).

### **a. Navipac**

Navipac adalah perangkat lunak navigasi yang terintegrasi, menyediakan informasi navigasi dan posisi untuk mendukung

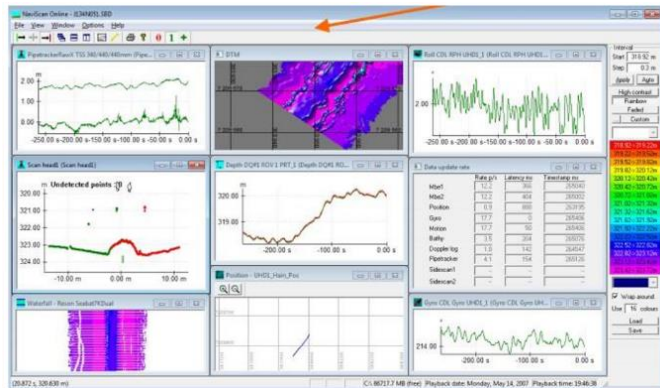
pekerjaan survei laut, rekayasa lepas pantai dan pekerjaan konstruksi di laut. Navipac bisa digunakan oleh beberapa aplikasi disiplin ilmu seperti *hydrographic* dan *oceanographic survey*, geofisika 2 dimensi, survei seismik, survei pelabuhan dan lain lain. Navipac juga menyediakan tampilan monitor yang disebut Helmsman's Display yang akan memperlihatkan posisi kapal saat survei.



Gambar 2.11 Tampilan Navipac

b. .Naviscan

Naviscan menyediakan koreksi untuk *offset*, *heading*, *attitude*, *C-0*, *ray-tracing* dan lain lain. Naviscan bisa menseleksi *beam* khusus atau menghapus *beam* terluar dari data multibeam echosounder. Selama proses ini perangkat lunak Naviscan membuat perubahan algoritma dari informasi data yang dihapuskan. Untuk data yang terpilih, bisa disimpan untuk post-processing dengan EIVA atau aplikasi perangkat lunak lainnya.



Gambar 2.12 Tampilan Naviscan

### c. Naviedit

Naviedit adalah perangkat lunak untuk mengubah secara keseluruhan pengaturan survei *raw* data dan parameter lainnya. Tujuan utama dari Naviedit adalah untuk mengimbangi kesalahan manusia atau sistem dari pengaturan awal survei dan mempersiapkan semua data sensor untuk pemrosesan selanjutnya. Naviedit di desain untuk mengubah data survei dari multibeam dan singlebeam echosounder, scanning sonars, *pipe / cable trackers* dan juga data dari survei sensor pendukung seperti GPS, Gyro, *Doppler Log*, *attitude sensor*, dan lain-lain.

Raw data survei yang dimasukkan dan diinterpretasi ke format tertentu berupa *multibeam files*, *singlebeam files*, *ASCII files*, *tide files*, *sound velocity files*, *CTD profiles*, *run-lines*, dan *XYZ files*. Naviedit juga menyediakan fasilitas untuk mengatur *SQL database* secara simultan. Karena dasar *database* pada Naviedit menggunakan *database SQL*, maka kita harus menginstall *SQL server* sebelum menginstall Naviedit. Naviedit memfasilitasi pengguna untuk mengubah data di header editor dan survey data editor. Pada header editor

d. Navimodel

Navimodel adalah salah satu perangkat lunak dari Eiva Navisuite untuk generalisasi *Digital Terrain Model* (DTM) sebagai *Triangular Regular Network Model* (TRN) atau *Triangular Irregular Network* (TIN) Model. Dengan menggunakan Navimodel, kita bisa melakukan pemodelan dari tipe data area survei dengan mendefinisikan parameter pemeruman, ukuran *cell* dan tipe data pemeruman yang diinginkan (minimum, maksimum, rata-rata, nilai terakhir, standar deviasi dan densitas). Selain itu, Navimodel juga bisa melakukan kalibrasi dan koreksi pada data dengan proses *patch test*. *Patch test* adalah salah satu langkah yang penting dalam proses kalibrasi dengan menghitung pergerakan kapal seperti *pitch*, *roll*, *yaw* dan koreksi waktu.

Navimodel juga memfasilitasi pengguna untuk pembersihan *noise* dari data dengan beberapa metode seperti *spike shooting*, *S-Can Score*, *S-Can component*, *point editor* dan lain-lain. Setiap metode pembersihan mempunyai kelebihan dan kekurangan. Hasil dari proses di Navimodel adalah berupa DTM, bentuk kontur, profil memanjang dan melintang, *bathimetri plot*, data yang sudah dibersihkan dan ditolak dan layar cetak. Menyediakan format data dari *raw ASCII* XYs dan format untuk pengeplotan hasil di EIVA Naviplot.

e. Naviplot

Naviplot adalah perangkat lunak untuk memvisualisasikan data survey. Naviplot beroperasi dengan tampilan peta yang berisikan nilai XY dari data survey. Naviplot juga menyediakan pilihan *stacking*, pengaturan *property* yang diinginkan dan tidak dari tampilan objek dan lain-lain. Informasi tambahan seperti penulisan huruf, grid, skala batang, arah utara dan legenda kontur dengan mudah dimasukkan ke tampilan peta.

## **2.8 Penelitian Terdahulu**

Nugraha (2014), melakukan penelitian terkait dengan deteksi pipa bawah laut menggunakan *multibeam echosounder* dan *sub bottom profiler*. Penelitian ini menggunakan data *multibeam echosounder* untuk mendapatkan informasi kedalaman dan *seabed feature* dan menggunakan *sub bottom profiler* untuk mendapatkan informasi bawah permukaan dasar laut. Pengolahan data *multibeam echosounder* dan *sub bottom profiler* ini menggunakan 5 *software* sampai didapatkan visualisasi kedua hasil alat tersebut yang digunakan untuk deteksi pipa bawah laut. Lima *software* tersebut antara lain: *QINSy 8.0*, *CodaGeoSurvey*, *Easy Plot*, *Terramodel*, dan *Autocad*. Tujuan penelitian ini adalah memberi gambaran sejauh mana peran hidrografer dalam deteksi pipa bawah laut, dan posisi pipa bawah laut serta analisis komparansi terhadap hasil pengolahan data yang dihasilkan oleh *multibeam echosounder* dan *sub bottom profiler*.

Tabel 2.6 Koordinat Area Sampel Pipa Bawah Laut *Multibeam Echosounder*

(Sumber: Nugraha, 2014)

No. Area Sampel	<i>Multibeam Echosounder</i>		
	Sumbu X (m)	Sumbu Y (m)	Kedalaman (m)
Area Sampel 1	558338.300	9891719.730	32.15
Area Sampel 2	558265.823	9891660.086	32.30
Area Sampel 3	558180.742	9891595.760	32.50

Tabel 2.6 Koordinat Area Sampel Pipa Bawah Laut *Sub Bottom Profiler*

(Sumber: Nugraha, 2014)

No. Area Sampel	<i>Sub Bottom Profile</i>		
	Sumbu X (m)	Sumbu Y (m)	Kedalaman (m)

Area Sampel 1	558337.713	9891720.582	35.67
Area Sampel 2	558263.661	9891663.084	35.56
Area Sampel 3	558184.067	9891590.868	35.62

Jadi, Selisih jarak pipa bawah laut antara pengolahan data *multibeam echosounder* dengan *sub bottom profiler*

Area Sampel 1 : 1,035 m

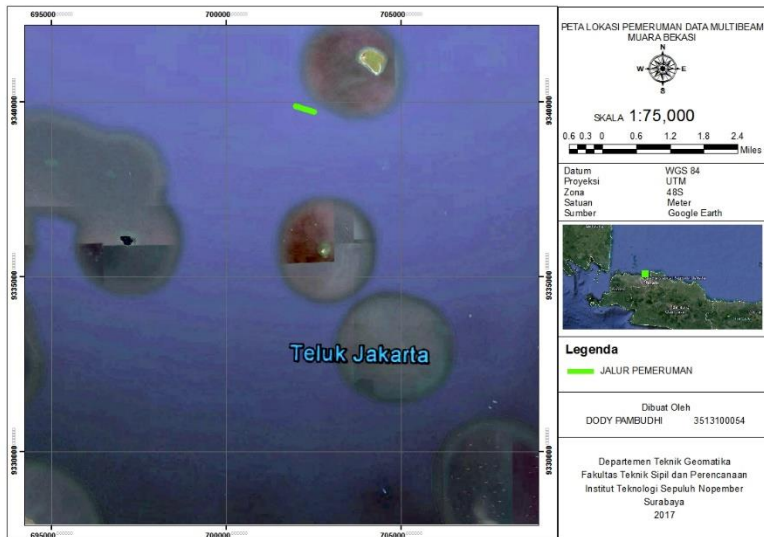
Area Sampel 2 : 3,696 m

Area Sampel 3 : 5,915 m

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Data *multibeam* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data pemeruman oleh PT.Seascope Surveys Indonesia pada tanggal 30 Januari 2015 di Muara Bekasi sepanjang 530 m dari koordinat (701977.554 E, 9339878.09 N) sampai (702485.91 E, 9339724.72 N) dalam proyek survei jalur pipa dan dasar laut untuk pemantauan kebocoran pipa gas 32” milik PT. Perusahaan Gas Negara.



Gambar 3.1 Lokasi survei

## **3.2 Data dan Peralatan**

### **3.2.1 Data**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

- a. *Raw* data kalibrasi *multibeam* (Format data \*.SBD)
- b. Data Pasang Surut (Format data \*.xls)
- c. Data *Sound Velocity Profile* (Format data \*.xls)

### **3.2.2 Peralatan**

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

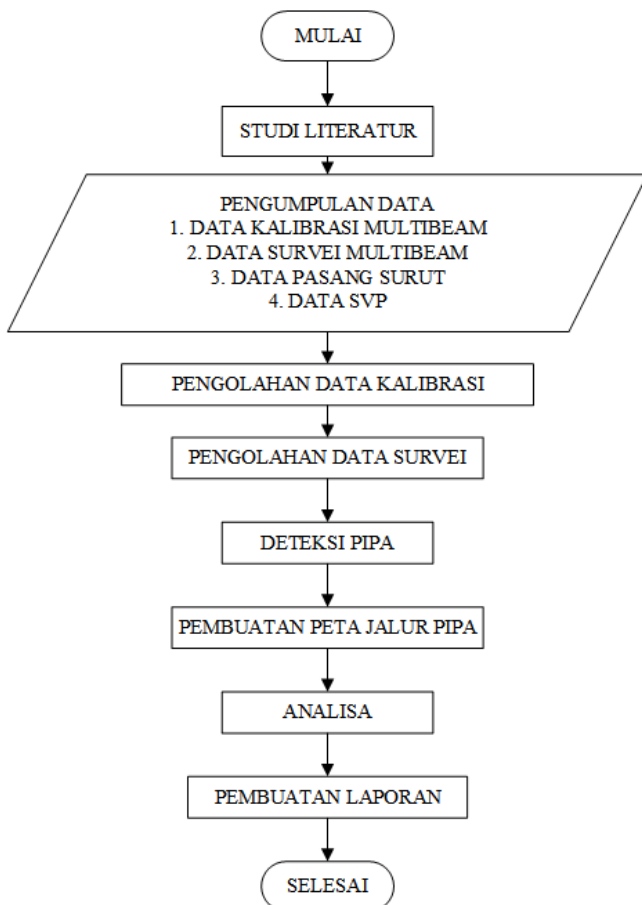
- a. Perangkat Keras  
Notebook untuk pengolahan data, analisa data hasil pengolahan, dan penulisan laporan.
- b. Perangkat Lunak  
Perangkat lunak EIVA Navisuite dengan 3 perangkat lunak untuk *post processing*, yaitu: Naviedit, Navimodel dan Naviplot.



### **3.3 Metodologi Penelitian**

#### **3.3.1 Tahapan Penelitian**

Tahapan dari penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

Sebelum sebuah penelitian dikerjakan, peneliti harus menguasai materi ataupun dasar-dasar dari bidang yang teliti. Pengumpulan literatur mengenai hidrografi, survei batimetri, pemrosesan data *multibeam* dan penggunaan perangkat lunak EIVA membantu proses pengerjaan penelitian ini. Literatur yang digunakan dalam bentuk buku, jurnal ilmiah, majalah, publikasi media, internet. Buku petunjuk, dan lain-lain.

2. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data berupa data kalibrasi *multibeam*, data survei *multibeam*, data pasang surut dan data *sound velocity profile* (SVP).

3. Pengolahan Data kalibrasi

Pada tahap ini dilakukan pengolahan *raw* data *multibeam* tanggal 29 januari 2015 untuk mendapatkan nilai *pitch*, *roll* dan *yaw*. Tahap pengolahan data kalibrasi lebih lanjut dijelaskan pada Gambar 3.3

4. Pengolahan data survei

Pada tahap ini dilakukan pengolahan *raw* data survei pada tanggal 30 januari 2015 dengan memasukkan nilai hasil kalibrasi dari tahapan sebelumnya. Tahap pengolahan data survei lebih lanjut dijelaskan pada Gambar 3.4

5. Deteksi Pipa

Pada tahap ini dilakukan pendeteksian pipa dari hasil pengolahan data *multibeam* di NaviModel.

6. Pembuatan Peta Jalur Pipa

Pada tahap ini penulis membuat peta jalur pipa dengan menggunakan perangkat lunak Naviplot.

7. Analisa

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah kesimpulan mengenai pengolahan data *multibeam* untuk deteksi pipa bawah laut menggunakan perangkat lunak

EIVA NaviSuite dan kelebihan dan kekurangan perangkat lunak Eiva Navisuite dalam pengolahan data.

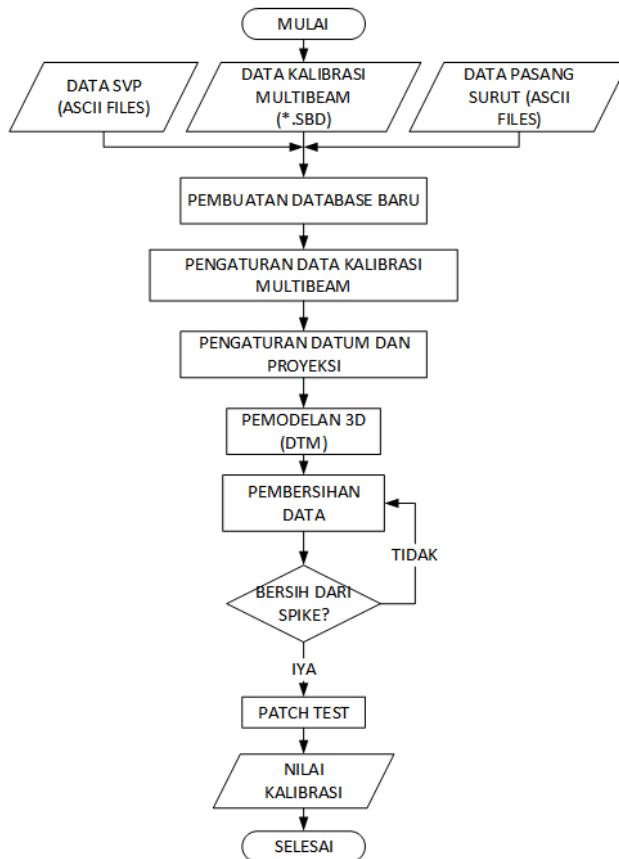
#### 8. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini, dilakukanlah penulisan laporan dari semua kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

### **3.3.2 Diagram Alir Pengolahan Data**

Adapun tahapan untuk pengolahan data untuk kegiatan penelitian ini dapat dibagi menjadi 2 diagram alir, yaitu pengolahan data kalibrasi *multibeam* dan pengolahan data survei *multibeam*.

Tujuan dari dilakukannya proses data kalibrasi *mutibeam* adalah mendapatkan nilai *pitch*, *roll* dan *yaw* untuk koreksi dari data survei.

a. Pengolahan Data Kalibrasi *Multibeam*

Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data Kalibrasi

Pada diagram alir penelitian ini, ada 3 bagian dalam pengolahan data yang dibagi berdasarkan pengolahan perangkat lunak, yaitu pengolahan dengan NaviEdit, pengolahan dengan NaviModel dan pengolahan dengan NaviPlot.

## 1. Pengolahan dengan NaviEdit.

- Pembuatan *database* baru  
Membuat *database* dari data kalibrasi *multibeam* (data NaviScan), data pasang surut dan data *Sound Velocity Profile* (SVP) di NaviEdit.
- Pengaturan data kalibrasi *multibeam*  
Pengaturan parameter-parameter seperti konfigurasi MBES, *gyro*, SVP dan data pasang surut di *header editor* sebagai *database* baru. Untuk memasukkan parameter parameter itu harus dibuat *template* untuk mendefinisikan setiap data dari parameter sebelum masuk ke *header editor*.
- Pengaturan datum dan proyeksi  
Pada saat memasukkan data kalibrasi pada *header editor* dilakukan pengaturan datum dan proyeksi. Pengolahan data ini menggunakan datum WGS 84 dan proyeksi Transverse Mercator.

## 2. Pengolahan dengan NaviModel.

- Pemodelan DTM  
Untuk membuat *database* terhubung ke NaviModel hal yang harus dilakukan adalah menghubungkan NaviEdit ke NaviModel, fungsi dari menghubungkan adalah untuk menjaga *database* asli sebelum di *editing* di NaviModel. Lalu memodelkan DTM dari *project tree*.
- Pembersihan data  
Pembersihan DTM (*digital terrain model*) dari *spike / noise* di NaviModel menggunakan *Point Cleaning Toolbox*. Terdapat 5 menu *cleaning toolbox*, yaitu *S-CAN Score*, *S-CAN Components*, *Histogram Plane Cleaning*, *Histogram Spike Shooting*, dan *Point Editor*.

Setiap *Cleaning toolbox* memiliki kelebihan dan kekurangan dalam menghapus *noise / spike*.

#### 1. *S-CAN Score*

Pada proses pembersihan data menggunakan *S-Can Score*. Data dipilih antara data yang diterima dan data yang tidak dengan rentan nilai yang diinginkan, pemilihan ini dilakukan diarea yang dipilih. Jika ada data yang melebihi dari nilai yang diizinkan maka data akan dikenal sebagai data *reject*. Sebenarnya data *reject* tidak hilang sepenuhnya dari *database*, tetapi hilang dari tampilan di Navimodel.

#### 2. *S-CAN Components*

Pada proses pembersihan data menggunakan *S-CAN Component*. Data diklasifikasikan menjadi berbagai layer *surface* pada area yang dipilih. Kemudian pilih *surface* yang diizinkan dan sisa data dari yang tidak dipilih akan menjadi data *reject*.

#### 3. *Histogram Plane Cleaning*

Pembersihan data menggunakan tool ini adalah dengan memilih data dari standar deviasi yang ditampilkan dengan menggeser rentan tersebut. *Cleaning tool* ini juga menampilkan jumlah data yang dianggap bagus dan tidak. Titik merah dianggap sebagai data *reject* dan hijau menjadi data yang diterima.

#### 4. *Histogram Spike Shooting*

Pembersihan data dengan *histogram spike shooting* cocok sesuai *noise* pada area

kecil. Sama seperti *histogram plane cleaning*, pemilihan data adalah dengan menggeser garis merah pada tampilan standar deviasi dari data yang bagus dan tidak pada area tersebut.

#### 5. *Point Editor*

Pembersihan data dengan *point editor* adalah dengan melihat secara tampilan 3D pada area terpilih. *Tool* ini membersihkan data per titik melalui interpretasi dari pengolah. *Point editor* dapat mengatur ukuran titik agar proses pemilihan setiap titik dilakukan dengan teliti.

- *Patch test*

Setelah proses pembersihan selesai, dilanjut dengan *patch test* (uji keseimbangan) yaitu kalibrasi tentang *pitch*, *roll* dan *yaw*. Dengan mengklik kanan pada data kalibrasi di *project tree*, lalu pilih *patch test*.

##### 1. Kalibrasi *Pitch*

Pada kalibrasi *pitch*, *raw* data yang digunakan adalah “J029N002” dan “J029N003” karena DTM pada kedua *raw* data tersebut memenuhi syarat dari kalibrasi *pitch*. Kedua jalur ini melalui rute pipa yang bisa dijadikan sebagai target untuk kalibrasi. Didapatkan nilai kalibrasi *pitch*  $-0,055^{\circ}$ .

##### 2. Kalibrasi *Roll*

Pada kalibrasi *roll*, *raw* data yang digunakan adalah “J029N002” dan “J029N003” karena DTM pada kedua *raw* data tersebut memenuhi syarat dari kalibrasi *roll*, yaitu kedua jalur pemeruman melalui *seabed* yang datar. Didapatkan nilai kalibrasi *roll*  $-0.361^{\circ}$ .

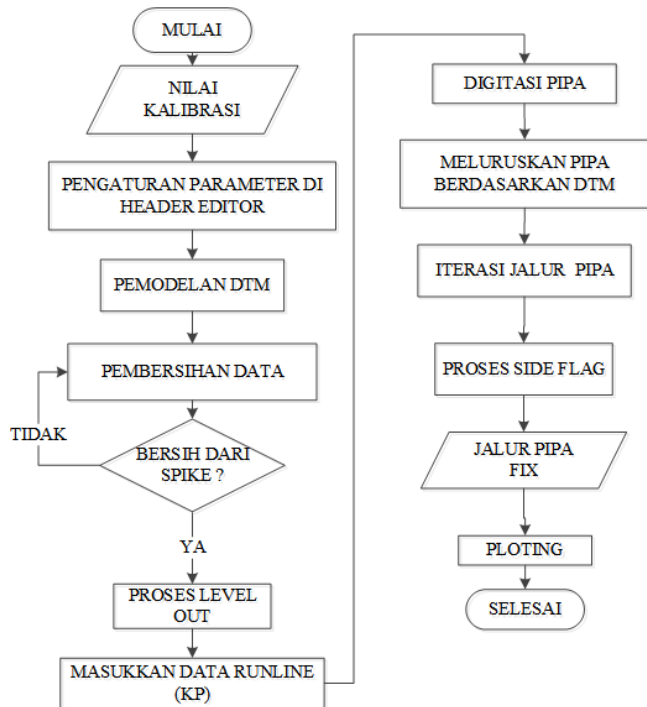
### 3. Kalibrasi *Yaw*

Pada kalibrasi *yaw*, *raw* data yang digunakan adalah “J029N002” dan “J029N004” karena DTM pada kedua *raw* data tersebut memenuhi syarat dari kalibrasi *yaw*. Kedua jalur ini melalui rute pipa yang bisa dijadikan sebagai target untuk kalibrasi. Didapatkan nilai kalibrasi *yaw*  $-1,095^{\circ}$ .

Setelah kalibrasi selesai didapatkan, nilai kalibrasi yang selanjutnya dimasukkan di Header Editor di NaviEdit. Proses kalibrasi data *multibeam* selesai.



b. Pengolahan Data Survei Multibeam



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data Survei *Multibeam*

1. Pengolahan dengan NaviEdit.

Dari nilai kalibrasi yang didapatkan pada tahap pengolahan data kalibrasi *multibeam*. Nilai kalibrasi tersebut lalu dimasukkan pada *header editor* sebagai koreksi dari *raw data* survei *multibeam*.

## 2. Pengolahan dengan Navimodel

- Pemodelan DTM

Sebelum pemodelan DTM baru dari *raw data* survei *multibeam*, Navimodel harus terhubung dengan Naviedit.

- Pembersihan data

Sama seperti proses pembersihan pada tahap pengolahan sebelumnya. Semua *raw data* di bersihkan dari *spike* dengan menggunakan *Point Cleaning Toolbox*. Pastikan DTM bersih dari *spike/noise*.

- Proses *level out*

Dalam membuat DTM yang menyeluruh dari jalur yang saling bertampalan, Digunakan proses *level out* yang bertujuan untuk meratakan bagian yang bertampalan. Proses ini disebut juga sebagai koreksi pasang surut setiap bagian lajur survei yang saling bertampalan.

- Memasukkan data *runline KP*

Data *runline kilometer post* (KP) dengan format *.rl* dimasukkan kedalam survei database di Navimodel. Data *runline* ini merupakan data jalur pipa beserta penamaannya. Didalam penelitian ini menggunakan data *kilometer post* dari PT.PGN.

- Digitasi pipa

Pada tahapan ini, pendigitasian dan pengaturan dari informasi pipa seperti diameter pipa, derajat belokan pipa yang diizinkan, dan lain lain. Dalam penelitian ini menggunakan derajat belokan maksimum  $3^{\circ}$  setiap satu meter.

- Meluruskan pipa berdasarkan DTM

Pada tahapan ini, pipa yang sudah didigitasi, akan dipindahkan berdasarkan tampilan potongan melintang DTM.

- Iterasi jalur pipa

Pada tahapan ini, pipa yang telah dipindahkan berdasarkan potongan melintang dari DTM akan dihaluskan bentuk pipanya, dalam penelitian ini iterasi pipa dilakukan sebanyak 20 kali.

- Proses *side flag*

Proses *side flag* adalah proses dimana pipa diberikan tanda terhadap DTM per satu meter. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi pipa, apakah pipa tertanam (*burial*), sebagian tertanam (*exposed*) atau tidak bertumpu (*frespan*). Ada 4 tanda yang diberikan, yaitu :

1. *Left inner*

*Left inner* adalah tanda yang diberikan tepat disamping kiri pipa pada permukaan maksimum DTM.

2. *Right inner*

*Right inner* adalah tanda yang diberikan tepat disamping kanan pipa pada permukaan maksimum DTM.

3. *Left outer*

*Left outer* adalah tanda yang diberikan pada disebelah kiri dari pipa sejauh 5 meter pada permukaan maksimum DTM

4. *Right outer*

*Right outer* adalah tanda yang diberikan disebelah kanan pipa sejauh

5 meter pada permukaan maksimum DTM.

Setelah proses di navimodel selesai, dilakukan *ploting* data yang dibutuhkan dalam pengeplotan di Navimodel, yaitu:

1. Data batimetri (.tiff)
2. Data *long profile* (.lpa)
3. Data *cross profile* (.gcp)

### 3. Pengolahan dengan Naviplot

Pada tahapan ini, pengolahan sudah memasuki pada perangkat lunak Naviplot. Pengeplotan dimulai dengan memasukkan data batimetri, *long profile* dan *cross profile* yang telah diekspor dalam masing masing *frame*, lalu ketiga *frame* ini diluruskan antara satu sama lain. Selanjutnya di buat informasi tepi peta seperti legenda, arah utara, parameter geodesi dan lain lain.

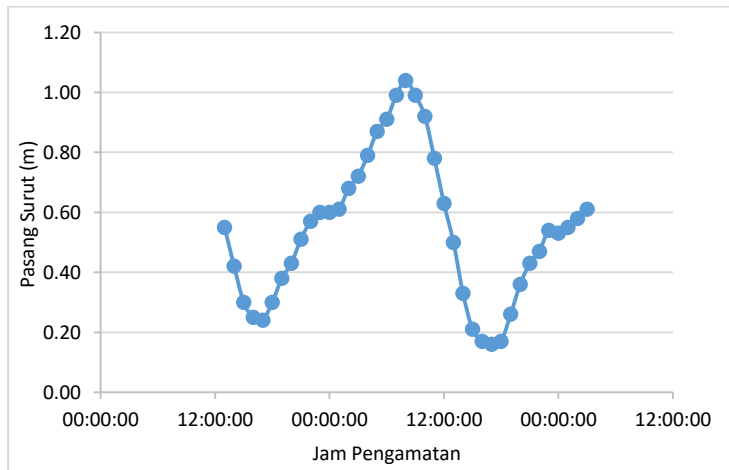
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil dan Analisa Perhitungan Pasang Surut

Pengambilan data pasang surut di lokasi menggunakan alat RBR Virtuoso di koordinat E 702403.13 m, N 9339963.87 m selama 39 jam dimulai pada tanggal 29 Januari 2015 jam 13:00 WIB sampai tanggal 31 Januari 2015 jam 03:00 WIB dengan interval waktu 1 jam. Perhitungan pasang surut ini menggunakan perhitungan metode *Doodson* dengan pengamatan 39 jam dan hasil duduk tengah sementara 0.6 m, perhitungan pasang surut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DTS = \frac{\Sigma(TxF)}{\Sigma F} \quad (1)$$

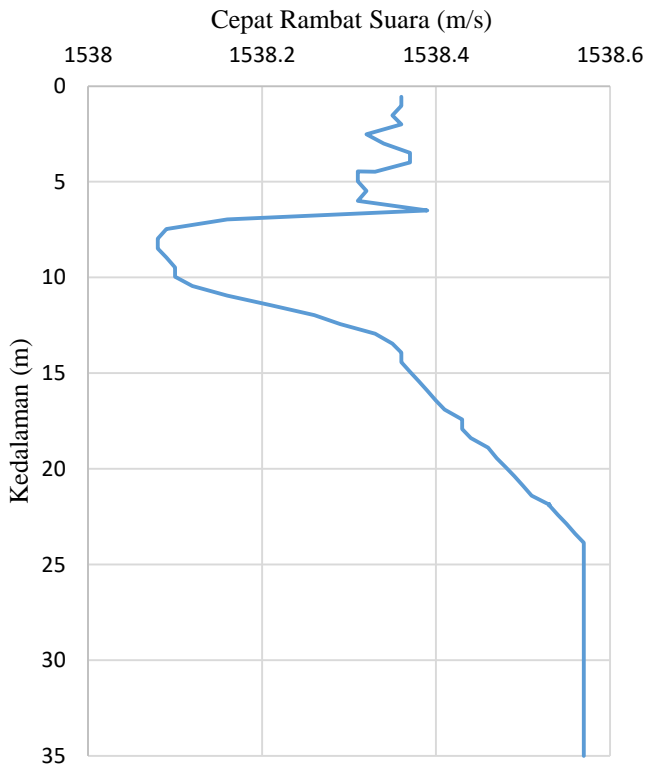
Dimana, DTS           = Duduk Tengah Sementara  
T                       = Data Setiap Jam  
F                       = Faktor Pengali



Gambar 4.1 Grafik Pasang Surut 39 jam

#### **4.2 Hasil dan Analisa Sound Velocity Profile**

Pengambilan data SVP di lokasi pada tanggal 29 Januari 2015. Dengan menggunakan alat CTD yang dicelupkan sampai ke dasar laut. Profil kecepatan suara langsung diterima di sistem USBL kapal. Kedalaman maksimum adalah 35 m dan nilai rata - rata kecepatan rambat adalah 1538.361 m/s. Nilai minimum adalah 1538.08 m/s pada kedalaman 7.97 – 8.48 m dan nilai maksimum adalah 1538.57 m/s pada kedalaman 23.86 – 35 m.



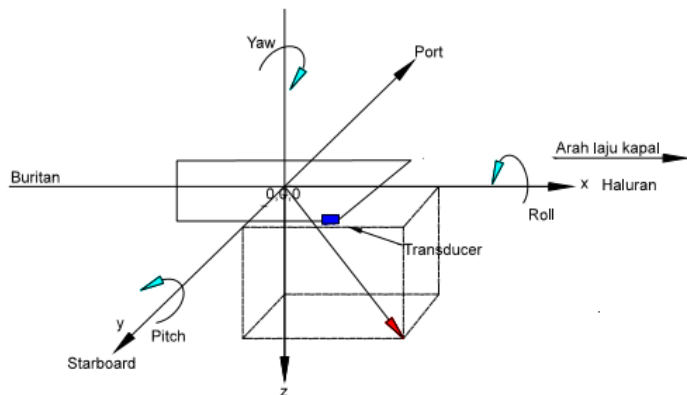
Gambar 4.2 Grafik *Sound Velocity Profile*

#### **4.3 Hasil dan Analisa Pengolahan Data Kalibrasi *Multibeam***

Pada pengolahan kalibrasi data *multibeam* didapatkan nilai kalibrasi, yaitu :

1. *Pitch*  $-0,055^{\circ}$
2. *Roll*  $-0,361^{\circ}$
3. *Yaw*  $-1,095^{\circ}$

Nilai tersebut adalah Sudut gerakan rotasi kapal terhadap posisi stabil kapal. *Pitch* adalah gerakan rotasi pada Y, *roll* pada X dan *yaw* pada Z.



Gambar 4.3 Sumbu Rotasi Kapal

Alat yang digunakan dalam pengambilan data *multibeam* ini adalah R2Sonic yang jika memiliki kemiringan  $1^{\circ}$  pada *pitch* dan  $1^{\circ}$  pada *roll* di kedalaman 25 m masing-masing akan mempunyai kesalahan 0.3 m dan 0.4 m (Sonic 2024/2022 *operationin manual*, 2014). Setelah dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

$$e = D \cdot \tan \theta \quad (2)$$

Dimana,  $e$  = Nilai kesalahan (m)

$D$  = Kedalaman (m)

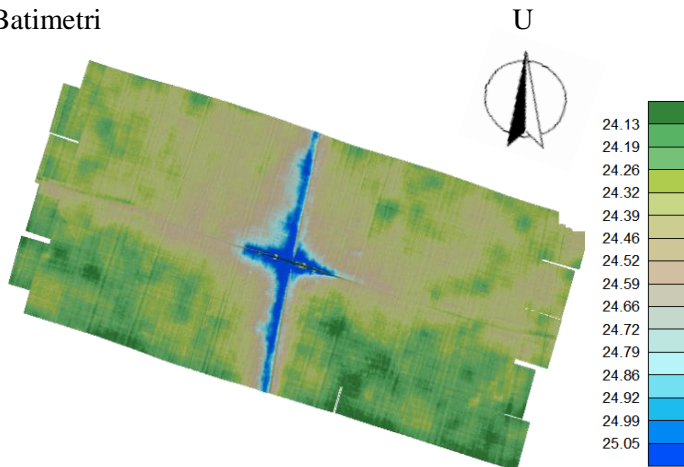
$\theta$  = Sudut rotasi ( $^{\circ}$ )

Maka didapatkan hasil untuk kesalahan *pitch* adalah -0.024 m dan *roll* adalah -0.157m pada kedalaman 25 m. Nilai minus (-) berarti kesalahan berada pada sisi minus (dibawah nol) di sistem kartesian.

#### **4.4 Hasil dan Analisa Data Survei *Multibeam***

Terdapat 4 hasil dari pengolahan data survei *multibeam*, yaitu:

##### 1. Batimetri



Skala : *not to scale*

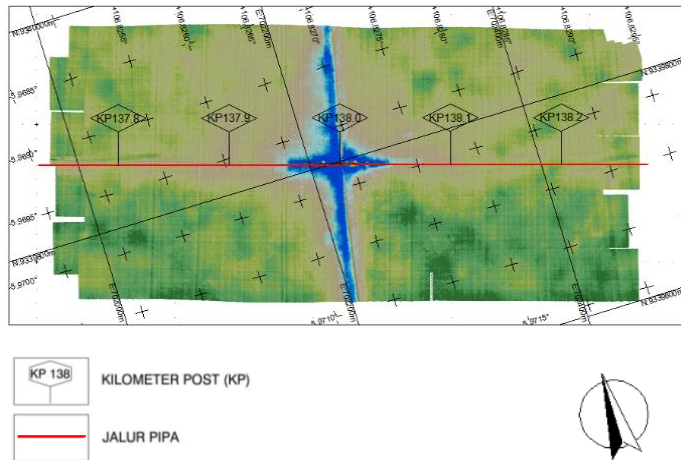
meter

Gambar 4.4 Batimetri



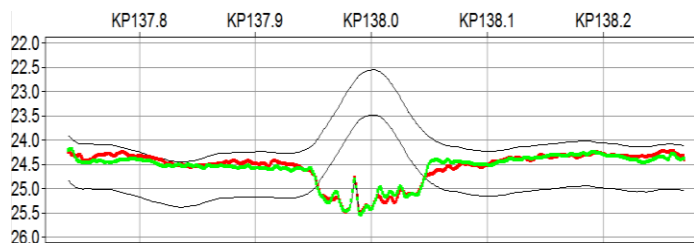
Terlihat pada Gambar 4.4 bahwa permukaan dasar laut (*seabed surface*) relatif datar dengan kisaran kedalaman dari 24.13 m sampai 25.05 m. Terdapat cekungan di tengah yang menjadi salah satu faktor munculnya *freespan* pada pipa.

## 2. Jalur Pipa



Gambar 4.5 Jalur Pipa

## 3. Profil Memanjang Pipa

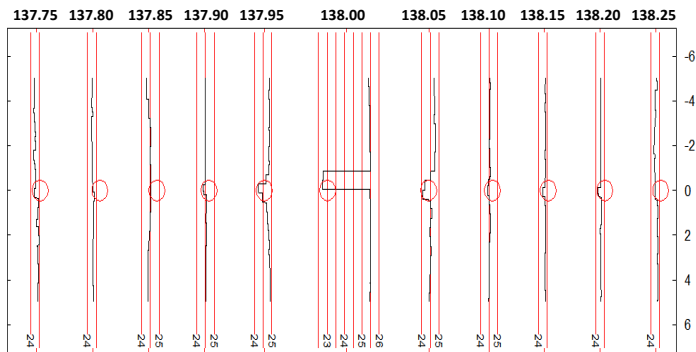


Gambar 4.6 Profil Memanjang Pipa

— Atas / Bawah Pipa      Skala Vertikal 1 : 50  
 — Left Inner      Skala Horizontal 1 : 1500  
 — Right Inner

Terlihat pada Gambar 4.5 dan 4.6 bahwa pipa berdiameter 0.93 m membentang sepanjang 531 m dari KP 137.739 (701977.54 E, 9339878.09 N) sampai KP 138.270 (702485.91 E, 9339724.72 N). Terdapat keadaan pipa yang mengalami bentang bebas (*freespan*) pada KP 137.955 (702182.81 E, 9339810.66 N) sampai KP 138.046 (702269.93 E, 9339784.37 N).

#### 4. Profil Melintang Pipa



Gambar 4.7 Profil Melintang Pipa



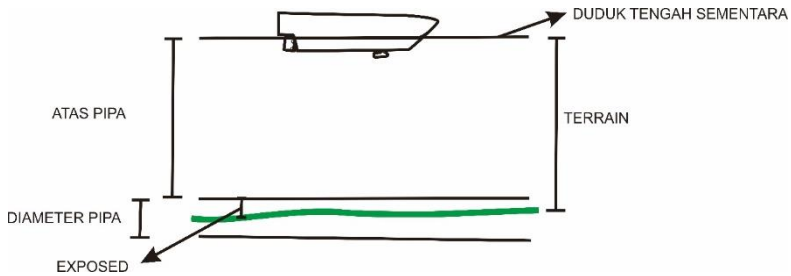
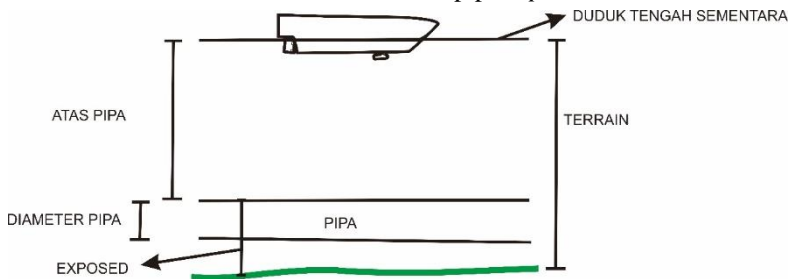
Profil Potongan Pipa  
Terhadap DTM

Skala 1 : 100

Pada Gambar 4.7 menunjukkan potongan melintang posisi pipa dengan interval 50 m terhadap DTM dan potongan melintang permukaan dasar laut sepanjang 5 m disetiap sisi kanan-kiri dari pipa. Berikut adalah sampel informasi detil dari pipa dengan interval 1 meter.

Tabel 4.1 Sampel Informasi Detil Potongan Melintang Interval 1 Meter

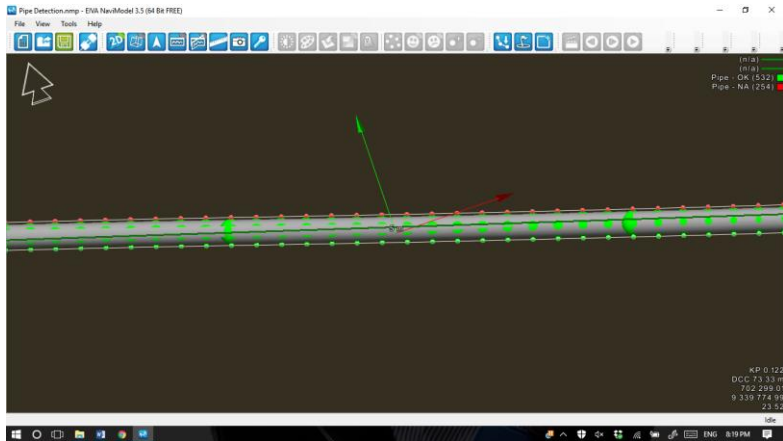
KP (m)	Diameter pipa (m)	Atas Pipa (m)	Derajat Belokan (°)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.95100	0.93	24.07	0.18	exposed	0.66	24.72	702178.98	9339811.81	24.53
137.95200	0.93	24.04	0.16	exposed	0.75	24.79	702179.94	9339811.54	24.50
137.95300	0.93	24.00	0.12	exposed	0.87	24.88	702180.90	9339811.25	24.47
137.95400	0.93	23.97	0.08	exposed	0.07	24.97	702181.85	9339810.95	24.43
137.95500	0.93	23.94	0.05	freespan	0.19	25.05	702182.81	9339810.66	24.40
137.95600	0.93	23.90	0.02	freespan	0.29	25.12	702183.77	9339810.37	24.36
137.95700	0.93	23.86	0.02	freespan	0.36	24.15	702184.72	9339810.08	24.33
137.95800	0.93	23.83	0.02	freespan	0.42	25.17	702185.68	9339809.79	24.29
137.95900	0.93	23.79	0.03	freespan	0.47	25.18	702186.64	9339809.50	24.25
137.96000	0.93	23.75	0.04	freespan	0.52	25.20	702187.59	9339809.20	24.22

Gambar 4.8 Posisi pipa *exposed*Gambar 4.9 Posisi Pipa *Freespan*

Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 menjelaskan Posisi pipa pada sampel informasi detail potongan melintang pada kondisi pipa tidak tertanam (*exposed*) dan pipa tidak bertumpu (*freespan*).

#### **4.5 Validasi Pipa Yang Terdeteksi**

Validasi pada pipa yang terdeteksi dilakukan dengan membandingkan pipa yang terdeteksi dengan data *runline* KP dari PT.PGN yang dimasukkan ke Navimodel. Pada tampilan 2D terlihat posisi pipa yang terdeteksi sejalan dengan jalur data *runline* KP pipa.



Gambar 4.10 Tampilan 2D pipa dan data *runline* KP

Pada Gambar 4.10 terlihat garis hijau yang mewakili data *runline* KP sejalan dengan pipa yang terdeteksi yang diwakili oleh garis warna abu-abu.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan data *multibeam* dibagi menjadi dua tahap pengolahan, yaitu pengolahan data kalibrasi dan pengolahan survei. Pengolahan data kalibrasi diawali dengan pembersihan jalur pemeruman untuk proses *patch test*. Hasil dari proses *patch test* adalah derajat rotasi *pitch*  $-0.055^{\circ}$ , *roll*  $-0.361^{\circ}$  dan *yaw*  $-0.095^{\circ}$ , nilai tersebut memiliki kesalahan sebesar  $-0.024$  m pada *pitch* dan memiliki kesalahan sebesar  $-0.157$  m pada kedalaman 25 m. nilai kesalahan tersebut dijadikan parameter pada proses pengolahan data survei. Pengolahan data survei *multibeam* untuk mendeteksi pipa diawali dengan pembersihan jalur pemeruman dari *noise*. Kemudian memasukkan data *runline* KP (kilometer post) untuk penamaan sepanjang pipa, dilanjutkan dengan interpretasi posisi fiks pipa terhadap DTM. Setelah interpretasi pipa selesai, masuk ke proses akhir yaitu pengeplotan jalur pipa di Naviplot.
2. Panjang pipa yang terdeteksi adalah 531 m dan tidak ada pipa yang terkubur dimulai dari KP 137.739 (701977.54 E, 9339878.09 N) sampai KP 138.270 (702485.91 E, 9339724.72 N). Terdapat bagian pipa yang mengalami bentang bebas (Freespan) pada KP 137.955 (702182.80 E, 9339810.66 N) sampai KP 138.046 (702269.90 E, 9339784.37 N) dengan panjang 91 m dan ketinggian maksimum freespan 1.95 m pada KP 137.991 (702217.40 E, 9339800.51 N). Kondisi permukaan dasar laut relatif

datar dengan kisaran kedalaman sekitar 24.13 - 25.05 m dan tidak terdapat objek-objek disekitar pipa.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya terkait tema pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam memasukkan data pasang surut dan data *Sound Velocity Profile* pada Naviedit saat pembuatan database baru, disarankan untuk membuat *template* baru dalam mengklasifikasi data sesuai jenis datanya.
2. Dalam pembersihan data dari *noise / spike* disekitar DTM yang diduga jalur pipa disarankan menggunakan *point editor* untuk menghindari kesalahan penghapusan titik-titik yang mewakili pipa.
3. Pada saat proses *ploting*, Naviplot tidak menyediakan banyak pilihan dalam membuat informasi tepi peta, sehingga pembuatan tepi peta disarankan dibuat pada perangkat lunak pembuat peta lainnya seperti Autocad atau Arc Gis.



## Daftar Pustaka

- Brennan, C.W. 2009. *Multibeam Calibration: The Patch Test*. R2Sonic LLC. USA
- Djunarsjah, Eka. 2001. *Standar Survei (Baru) dalam Survei Hidrografi* (SP-44 IHO tahun 1998). Forum Ilmiah Tahunan ISI. Surabaya.
- Djunarsjah, Eka dan Poerbandono. 2005. *Survei Hidrografi*. PT Refika Aditama. Bandung.
- EIVA. 2006. *Patch Test and Position Check Report in Baltic Sea 2006*. Denmark. Final report Kriegers Flak Geophysical Project
- EIVA. 2006. *NaviEdit Survey Data Editing module*. Denmark. Eiva Training.
- EIVA. 2006. *NaviModel Digital Terrain Modelling Module*. Denmark. Eiva Training.
- EIVA. 2006. *NaviPlot Fairsheet Charting Module*. Denmark. Eiva Training.
- EIVA. 2012. *Data Cleaning in NaviModel3 EIVA Post-Processing Suite*. Denmark. Eiva training.
- EIVA. 2012. *Model Types and Interpolation Methods in NaviModel2*. Denmark. Eiva Training.
- Hansen, Edgar Roy. 2010. *Introduction to Sonar*. University of Oslo.
- Health and Safety Executive. 1996. *A guide to the pipelines Safety Regulations 1996*. London.
- International Hydrographic Organization. 2008. *IHO Standards for Hydrographic Surveys Special Publication N 44*. Monaco. International Hydrographic Bureau.
- Lekkerkerk, Huibert-Jan, et al. 2006. *Handbook of Offshore Surveying: Acquisition and Processing*. Fugro. Belanda.
- Ltd, Valeport, 2006. *Midas CTD Profiler Hardware Manual*. UK.
- Ltd, RBR, 2007. *Submersible Data Logger User's Manual*. Canada

- Lurton, Xavier. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustic*. Praxis Publishing Ltd. U.K.
- Mann, Robert and Godin, André. 1996. *Field Procedures for the Calibration of Shallow Water Multibeam Echo-Sounding Systems*. Canadian Hydrographic Conference. Canada.
- Negara, Suci Perwira. 2004. *Kajian Mengenai Multibeam Sonar System dan Konsep Pengolahan Data MBSS Menggunakan Perangkat Lunak MB-System v.5.0.3*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi ITB.
- Nugraha, I Made Dwiva Satya, dkk. 2015. *Studi Aplikasi Multibeam Echosounder dan Side scan Sonar Untuk Mnedeteksi Free Span Pada Saluran Pipa Bawah Laut*. Skripsi. Departemen Teknik Geomatika ITS. Surabaya
- Nurzatna, Dikdik. 1996. *Multibem Sonar / Echosounders System (Simrad EM 1000)*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi ITB.
- Parikasit, Bimo. 2004. *Pengolahan data multibeam echosounder menggunakan perangkat lunak HIPS*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi ITB.
- Penrose, J.D., Siwabessy, P.J.W., Gravrilov, A., Hamilton, L.J., Bickers, A., Brooke, B., Ryan, D.A., dan Kennedy, P. 2005. *Acoustic Techniques for Seabed Classification*. Cooperative Research Centre for Coastal Zone Eatury and Waterway Management: 71-76.
- R2Sonic, 2014. *Sonic 2024/2022 Operation Manual*. USA.
- Sasmita, D.K. 2008. *Aplikasi Multibeam Echosounder System (MBES) untuk Keperluan Batimetrik*. Tugas Akhir. Program Sudi Teknik Geodesi dan Geomatika. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Seascope Surveys Indonesia. 2015. *SSI-1450-OP-RPT-001 Mobilisation Report – MV Endeavour*. Bogor. Seascope Survey Indonesia Company.

Subroto, R. Y. 2012. Pengolahan Data Multibeam Echosounder  
Pada Survei Pra-Pemasangan Pipa Bawah laut. Bandung:  
Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika IT

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **Lampiran**

### **1. Peta Jalur Pipa**

## 2. Informasi Detail Pemotongan Melintang Pipa Interval 1 m

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.739	0.93	23.92	0.000	exposed	0.290	24.210	701977.540	9339878.090	24.380
137.740	0.93	23.94	0.020	exposed	0.280	24.220	701978.500	9339877.790	24.400
137.741	0.93	23.96	0.040	exposed	0.270	24.240	701979.450	9339877.490	24.430
137.742	0.93	23.99	0.090	exposed	0.270	24.260	701980.400	9339877.190	24.450
137.743	0.93	24.01	0.150	exposed	0.270	24.280	701981.360	9339876.890	24.470
137.744	0.93	24.03	0.220	exposed	0.290	24.320	701982.310	9339876.590	24.490
137.745	0.93	24.04	0.270	exposed	0.310	24.350	701983.260	9339876.290	24.510
137.746	0.93	24.06	0.290	exposed	0.320	24.370	701984.220	9339875.980	24.520
137.747	0.93	24.07	0.290	exposed	0.310	24.380	701985.170	9339875.670	24.530
137.748	0.93	24.07	0.260	exposed	0.310	24.380	701986.120	9339875.350	24.540
137.749	0.93	24.08	0.220	exposed	0.310	24.380	701987.060	9339875.030	24.540
137.750	0.93	24.08	0.180	exposed	0.320	24.400	701988.010	9339874.710	24.540
137.751	0.93	24.08	0.170	exposed	0.340	24.430	701988.960	9339874.390	24.540
137.752	0.93	24.08	0.160	exposed	0.360	24.440	701988.900	9339874.060	24.540
137.753	0.93	24.08	0.170	exposed	0.370	24.450	701990.850	9339873.730	24.540
137.754	0.93	24.08	0.170	exposed	0.370	24.450	701991.790	9339873.400	24.540
137.755	0.93	24.08	0.160	exposed	0.370	24.450	701992.740	9339873.060	24.540
137.756	0.93	24.08	0.130	exposed	0.370	24.450	701993.680	9339872.720	24.540
137.757	0.93	24.08	0.090	exposed	0.370	24.450	701994.620	9339872.380	24.540
137.758	0.93	24.02	0.050	exposed	0.360	24.440	701995.560	9339872.040	24.540
137.759	0.93	24.08	0.040	exposed	0.340	24.420	701996.500	9339871.700	24.550
137.760	0.93	24.08	0.060	exposed	0.330	24.410	701997.440	933971.360	24.550
137.761	0.93	24.09	0.080	exposed	0.310	24.400	701998.390	9339871.020	24.550
137.762	0.93	24.09	0.080	exposed	0.310	24.400	701999.330	9339870.680	24.550
137.763	0.93	24.09	0.080	exposed	0.290	24.390	702000.270	9339870.340	24.560

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.764	0.93	24.10	0.070	exposed	0.290	24.380	702001.210	9339870.000	24.560
137.765	0.93	24.10	0.070	exposed	0.270	24.370	702002.160	9339869.670	24.560
137.766	0.93	24.10	0.060	exposed	0.270	24.370	702003.100	9339869.330	24.560
137.767	0.93	24.10	0.050	exposed	0.270	24.360	702004.040	9339869.000	24.560
137.768	0.93	24.09	0.030	exposed	0.280	24.370	702004.990	9339868.660	24.560
137.769	0.93	24.09	0.050	exposed	0.290	24.380	702005.930	9339868.320	24.550
137.770	0.93	24.09	0.090	exposed	0.290	24.380	702006.870	9339867.990	24.550
137.771	0.93	24.09	0.120	exposed	0.290	24.380	702007.820	9339867.660	24.550
137.772	0.93	24.09	0.140	exposed	0.280	24.370	702008.760	9339867.330	24.550
137.773	0.93	24.09	0.130	exposed	0.280	24.370	702009.710	9339867.000	24.550
137.774	0.93	24.09	0.110	exposed	0.280	24.370	702010.650	9339866.670	24.550
137.775	0.93	24.09	0.070	exposed	0.280	24.380	702011.600	9339866.340	24.560
137.776	0.93	24.10	0.040	exposed	0.280	24.380	702012.550	9339866.020	24.560
137.777	0.93	24.10	0.040	exposed	0.280	24.390	702013.490	9339865.690	24.570
137.778	0.93	24.11	0.050	exposed	0.280	24.390	702014.440	9339865.370	24.570
137.779	0.93	24.12	0.040	exposed	0.270	24.390	702015.380	9339865.040	24.580
137.780	0.93	24.12	0.020	exposed	0.260	24.380	702016.330	9339864.710	24.590
137.781	0.93	24.13	0.020	exposed	0.240	24.370	702017.270	9339864.380	24.590
137.782	0.93	24.14	0.070	exposed	0.220	24.350	702018.220	9339864.040	24.600
137.783	0.93	24.14	0.110	exposed	0.200	24.340	702019.170	9339863.730	24.610
137.784	0.93	24.15	0.150	exposed	0.190	24.340	702020.110	9339863.410	24.610
137.785	0.93	24.16	0.180	exposed	0.180	24.340	702021.060	9339863.080	24.620
137.786	0.93	24.16	0.190	exposed	0.170	24.340	702022.010	9339862.770	24.630
137.787	0.93	24.17	0.180	exposed	0.170	24.340	702022.960	9339862.450	24.630
137.788	0.93	24.18	0.150	exposed	0.170	24.340	702023.910	9339862.140	24.640
137.789	0.93	24.18	0.110	exposed	0.170	24.350	702024.860	9339861.830	24.650

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.790	0.93	24.19	0.080	exposed	0.170	24.360	702025.810	9339861.520	24.650
137.791	0.93	24.19	0.040	exposed	0.170	24.360	702026.760	933981.210	24.660
137.792	0.93	24.20	0.010	exposed	0.170	24.360	702027.720	9339860.910	24.660
137.793	0.93	24.20	0.010	exposed	0.160	24.360	702028.670	9339860.600	24.670
137.794	0.93	24.21	0.030	exposed	0.150	24.360	702029.620	9339860.290	24.670
137.795	0.93	24.21	0.030	exposed	0.140	24.360	702030.570	9339859.990	24.680
137.796	0.93	24.22	0.030	exposed	0.140	24.360	702031.520	9339859.680	24.680
137.797	0.93	24.23	0.020	exposed	0.140	24.370	702032.480	9339859.370	24.690
137.798	0.93	24.24	0.020	exposed	0.140	24.380	702033.430	9339859.070	24.700
137.799	0.93	24.24	0.050	exposed	0.130	24.370	702034.380	9339858.760	24.710
137.800	0.93	24.25	0.070	exposed	0.120	24.370	702035.330	9339858.460	24.710
137.801	0.93	24.26	0.110	exposed	0.110	24.370	702036.280	9339858.150	24.720
137.802	0.93	24.26	0.150	exposed	0.110	24.380	702037.240	9339857.850	24.730
137.803	0.93	24.27	0.190	exposed	0.110	24.390	702038.190	9339857.550	24.740
137.804	0.93	24.28	0.230	exposed	0.120	24.400	702039.150	9339857.250	24.740
137.805	0.93	24.29	0.260	exposed	0.110	24.400	702040.100	9339856.960	24.750
137.806	0.93	24.30	0.380	exposed	0.100	24.400	702041.060	9339856.670	24.760
137.807	0.93	24.31	0.290	exposed	0.080	24.390	702042.020	9339856.390	24.770
137.808	0.93	24.31	0.270	exposed	0.070	24.390	702042.980	9339856.110	24.780
137.809	0.93	24.32	0.240	exposed	0.070	24.390	702043.940	9339855.830	24.790
137.810	0.93	24.33	0.190	exposed	0.070	24.400	702044.900	9339855.560	24.790
137.811	0.93	24.34	0.120	exposed	0.070	24.410	702045.870	9339855.290	24.800
137.812	0.93	24.34	0.040	exposed	0.070	24.420	702046.830	9339855.030	24.810
137.813	0.93	24.35	0.100	exposed	0.070	24.420	702047.800	9339854.760	24.810
137.814	0.93	24.35	0.210	exposed	0.080	24.430	702048.760	9339854.490	24.820
137.815	0.93	24.36	0.310	exposed	0.080	24.440	702049.720	9339854.220	24.820



KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.816	0.93	24.36	0.390	exposed	0.090	24.450	702050.680	9339853.950	24.830
137.817	0.93	24.37	0.420	exposed	0.090	24.460	702051.640	9339853.660	24.830
137.818	0.93	24.37	0.390	exposed	0.090	24.470	702052.600	9339853.370	24.840
137.819	0.93	24.38	0.320	exposed	0.090	24.470	702053.560	9339853.080	24.840
137.820	0.93	24.39	0.230	exposed	0.100	24.480	702054.510	9339852.780	24.850
137.821	0.93	24.39	0.130	exposed	0.100	24.490	702055.460	9339852.470	24.860
137.822	0.93	24.40	0.050	exposed	0.110	24.500	702056.410	9339852.160	24.860
137.823	0.93	24.41	0.030	exposed	0.110	24.510	702057.360	9339851.860	24.870
137.824	0.93	24.41	0.030	exposed	0.100	24.520	702058.320	9339851.550	24.880
137.825	0.93	24.42	0.060	exposed	0.090	24.510	702059.270	9339851.240	24.880
137.826	0.93	24.42	0.100	exposed	0.090	24.510	702060.220	9339850.930	24.890
137.827	0.93	24.43	0.140	exposed	0.080	24.510	702061.170	9339850.620	24.890
137.828	0.93	24.43	0.150	exposed	0.080	24.510	702062.120	9339850.300	24.900
137.829	0.93	24.44	0.120	exposed	0.080	24.520	702063.370	9339849.990	24.900
137.830	0.93	24.44	0.050	exposed	0.090	24.530	702064.020	9339849.670	24.910
137.831	0.93	24.45	0.040	exposed	0.080	24.530	702064.970	9339849.350	24.910
137.832	0.93	24.45	0.140	exposed	0.080	24.530	702065.910	9339849.030	24.910
137.833	0.93	24.45	0.230	exposed	0.070	24.520	702066.860	9339848.720	24.920
137.834	0.93	24.52	0.060	exposed	0.300	24.460	702067.810	9339848.410	24.920
137.835	0.93	24.46	0.340	exposed	0.060	24.520	702068.770	9339848.100	24.920
137.836	0.93	24.46	0.360	exposed	0.070	24.520	702069.720	9339847.800	24.920
137.837	0.93	24.46	0.360	exposed	0.070	24.530	702070.670	9339847.500	24.920
137.838	0.93	24.46	0.320	exposed	0.080	24.540	702071.630	9339847.210	24.920
137.839	0.93	24.45	0.250	exposed	0.090	24.540	702072.590	9339846.930	24.920
137.840	0.93	24.45	0.150	exposed	0.090	24.540	702073.550	9339846.650	24.910
137.841	0.93	24.45	0.030	exposed	0.090	24.530	702074.510	9339846.370	24.910

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.842	0.93	24.44	0.100	exposed	0.090	24.530	702075.470	9339846.090	24.910
137.843	0.93	24.44	0.210	exposed	0.100	24.530	702076.430	9339845.820	24.900
137.844	0.93	24.43	0.290	exposed	0.110	24.540	702077.390	9339845.530	24.900
137.845	0.93	24.43	0.340	exposed	0.120	24.550	702078.350	9339845.250	24.890
137.846	0.93	24.43	0.360	exposed	0.120	24.550	702079.310	9339844.950	24.890
137.847	0.93	24.42	0.360	exposed	0.120	24.550	702080.260	9339844.650	24.890
137.848	0.93	24.42	0.330	exposed	0.120	24.540	702081.210	9339844.335	24.880
137.849	0.93	24.42	0.280	exposed	0.120	24.540	702082.160	9339844.040	24.880
137.850	0.93	24.41	0.220	exposed	0.120	24.530	702083.110	9339843.720	24.880
137.851	0.93	24.41	0.160	exposed	0.130	24.530	702084.060	9339843.400	24.870
137.852	0.93	24.40	0.090	exposed	0.140	24.540	702085.010	9339843.080	24.860
137.853	0.93	24.39	0.030	exposed	0.150	24.540	702085.960	9339842.760	24.850
137.854	0.93	24.38	0.050	exposed	0.170	24.550	702086.900	9339842.440	24.840
137.855	0.93	24.37	0.080	exposed	0.190	24.560	702087.850	9339842.120	24.830
137.856	0.93	24.36	0.080	exposed	0.200	24.560	702088.800	9339841.800	24.820
137.857	0.93	24.35	0.050	exposed	0.200	24.560	702089.750	9339841.480	24.820
137.858	0.93	24.34	0.030	exposed	0.200	24.540	702090.700	9339841.160	24.810
137.859	0.93	24.34	0.060	exposed	0.190	24.520	702091.640	9339840.840	24.800
137.860	0.93	24.33	0.090	exposed	0.180	24.510	702092.590	9339840.520	24.790
137.861	0.93	24.32	0.100	exposed	0.190	24.510	702093.540	9339840.200	24.790
137.862	0.93	24.32	0.080	exposed	0.200	24.520	702094.490	9339839.880	24.780
137.863	0.93	24.31	0.050	exposed	0.220	24.530	702095.430	9339839.560	24.770
137.864	0.93	24.30	0.020	exposed	0.230	24.530	702096.380	9339839.230	24.770
137.865	0.93	24.30	0.020	exposed	0.230	24.530	702097.330	9339838.910	24.760
137.866	0.93	24.29	0.030	exposed	0.230	24.530	702098.270	9339838.580	24.760
137.867	0.93	24.29	0.030	exposed	0.240	24.520	702099.220	9339838.260	24.750

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.868	0.93	24.28	0.050	exposed	0.240	24.520	702100.170	9339837.930	24.740
137.869	0.93	24.28	0.070	exposed	0.230	24.510	702101.110	9339837.610	24.740
137.870	0.93	24.27	0.090	exposed	0.230	24.510	702102.060	9339837.280	24.740
137.871	0.93	24.27	0.090	exposed	0.230	24.500	702103.000	9339836.950	24.730
137.872	0.93	24.27	0.080	exposed	0.240	24.510	702103.950	9339836.620	24.730
137.873	0.93	24.27	0.060	exposed	0.240	24.510	702104.890	9339836.290	24.730
137.874	0.93	24.27	0.020	exposed	0.240	24.510	702105.840	9339835.960	24.730
137.875	0.93	24.27	0.010	exposed	0.230	24.500	702106.780	9339835.630	24.730
137.876	0.93	24.27	0.040	exposed	0.230	24.500	702107.730	9339835.300	24.730
137.877	0.93	24.26	0.050	exposed	0.240	24.500	702108.670	9339834.970	24.730
137.878	0.93	24.26	0.040	exposed	0.240	24.500	702109.620	9339834.640	24.730
137.879	0.93	24.26	0.030	exposed	0.240	24.500	702110.560	9339834.310	24.730
137.880	0.93	24.26	0.010	exposed	0.240	24.500	702110.560	9339834.310	24.730
137.881	0.93	24.26	0.000	exposed	0.240	24.500	702111.510	9339833.980	24.720
137.882	0.93	24.26	0.020	exposed	0.240	24.500	702113.400	9339833.320	24.720
137.883	0.93	24.26	0.030	exposed	0.250	24.510	702114.340	9339832.990	24.720
137.884	0.93	24.25	0.040	exposed	0.260	24.510	702115.290	9339832.660	24.720
137.885	0.93	24.25	0.050	exposed	0.270	24.520	702116.230	9339832.330	24.720
137.886	0.93	24.25	0.050	exposed	0.280	24.530	702117.180	9339832.000	24.720
137.887	0.93	24.25	0.050	exposed	0.280	24.530	702118.120	9339831.670	24.720
137.888	0.93	24.25	0.040	exposed	0.280	24.530	702119.070	9339831.340	24.720
137.889	0.93	24.25	0.030	exposed	0.270	24.530	702120.010	9339831.010	24.720
137.890	0.93	24.25	0.010	exposed	0.270	24.530	702120.950	9339830.670	24.720
137.891	0.93	24.25	0.010	exposed	0.260	24.520	702121.900	9339830.340	24.720
137.892	0.93	24.25	0.020	exposed	0.250	24.500	702122.840	9339830.010	24.720
137.893	0.93	24.25	0.040	exposed	0.230	24.490	702123.790	9339829.670	24.720

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.894	0.93	24.25	0.050	exposed	0.230	24.480	702124.730	9339829.340	24.720
137.895	0.93	24.25	0.060	exposed	0.240	24.490	702125.670	9339829.010	24.710
137.896	0.93	24.25	0.070	exposed	0.260	24.510	702126.620	9339828.680	24.710
137.897	0.93	24.25	0.080	exposed	0.280	24.530	702127.560	9339828.350	24.710
137.898	0.93	24.25	0.090	exposed	0.290	24.540	702128.510	9339828.020	24.710
137.899	0.93	24.25	0.080	exposed	0.290	24.540	702129.460	9339827.690	24.710
137.900	0.93	24.24	0.070	exposed	0.290	24.540	702130.400	9339827.360	24.710
137.901	0.93	24.24	0.050	exposed	0.290	24.530	702131.350	9339827.040	24.710
137.902	0.93	24.24	0.030	exposed	0.300	24.540	702132.300	9339826.720	24.700
137.903	0.93	24.24	0.020	exposed	0.300	24.540	702133.240	933982.390	24.700
137.904	0.93	24.24	0.030	exposed	0.300	24.540	702134.190	9339826.070	24.700
137.905	0.93	24.24	0.040	exposed	0.300	24.450	702135.140	9339825.750	24.700
137.906	0.93	24.24	0.060	exposed	0.300	24.540	702136.080	9339825.430	24.700
137.907	0.93	24.24	0.070	exposed	0.300	24.540	702137.030	9339825.100	24.700
137.908	0.93	24.24	0.090	exposed	0.300	24.540	702137.980	9339824.780	24.700
137.909	0.93	24.24	0.090	exposed	0.310	24.550	702138.930	9339824.470	24.700
137.910	0.93	24.24	0.080	exposed	0.320	24.570	702139.880	9339824.150	24.710
137.911	0.93	24.24	0.060	exposed	0.330	24.580	702140.830	9339823.830	24.710
137.912	0.93	24.25	0.040	exposed	0.330	24.580	702141.770	9339823.520	24.710
137.913	0.93	24.25	0.030	exposed	0.320	24.570	702142.720	9339823.200	24.710
137.914	0.93	24.25	0.020	exposed	0.290	24.540	702143.670	9339822.890	24.720
137.915	0.93	24.26	0.030	exposed	0.270	24.520	702144.620	9339822.570	24.720
137.916	0.93	24.26	0.040	exposed	0.250	24.500	702145.570	9339822.260	24.720
137.917	0.93	24.26	0.050	exposed	0.240	24.500	702146.520	9339821.950	24.720
137.918	0.93	24.26	0.060	exposed	0.230	24.500	702147.470	9339821.640	24.730
137.919	0.93	24.26	0.070	exposed	0.240	24.500	702148.430	9339821.330	24.730

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.920	0.93	24.26	0.080	exposed	0.250	24.520	702149.380	9339821.020	24.730
137.921	0.93	24.26	0.070	exposed	0.270	24.530	702150.330	9339150.330	24.730
137.922	0.93	24.26	0.060	exposed	0.280	24.540	702151.280	9339820.400	24.730
137.923	0.93	24.26	0.050	exposed	0.270	24.540	702152.230	9339820.090	24.730
137.924	0.93	24.26	0.040	exposed	0.270	24.530	702153.180	9339819.790	24.730
137.925	0.93	24.26	0.040	exposed	0.270	24.530	702154.140	9339819.480	24.730
137.926	0.93	24.27	0.030	exposed	0.270	24.540	702155.090	9339819.180	24.730
137.927	0.93	24.27	0.020	exposed	0.280	24.550	702156.040	9339818.880	24.730
137.928	0.93	24.27	0.020	exposed	0.290	24.550	702157.000	9339818.570	24.730
137.929	0.93	24.27	0.020	exposed	0.290	24.560	702157.950	9339818.270	24.730
137.930	0.93	24.27	0.030	exposed	0.300	24.570	702158.900	9339817.970	24.730
137.931	0.93	24.27	0.050	exposed	0.300	24.570	702159.850	9339817.660	24.730
137.932	0.93	24.27	0.060	exposed	0.300	24.570	702160.810	9339817.360	24.730
137.933	0.93	24.27	0.080	exposed	0.300	24.730	702161.760	9339817.060	24.730
137.934	0.93	24.26	0.200	exposed	0.300	24.560	702162.720	9339816.760	24.730
137.935	0.93	24.26	0.110	exposed	0.300	24.560	702163.670	9339816.460	24.720
137.936	0.93	24.26	0.120	exposed	0.300	24.560	702164.620	9339816.160	24.720
137.937	0.93	24.25	0.120	exposed	0.310	24.560	702165.580	9339815.870	24.710
137.938	0.93	24.24	0.110	exposed	0.320	24.560	702166.540	9339815.570	24.710
137.939	0.93	24.24	0.080	exposed	0.340	24.570	702167.490	9339815.280	24.700
137.940	0.93	24.23	0.060	exposed	0.360	24.590	702168.450	9339814.990	24.690
137.941	0.93	24.22	0.040	exposed	0.380	24.600	702169.410	9339814.700	24.680
137.942	0.93	24.21	0.040	exposed	0.410	24.620	702170.360	9339814.410	24.680
137.943	0.93	24.20	0.050	exposed	0.430	24.630	702171.320	9339814.120	24.670
137.944	0.93	24.19	0.080	exposed	0.440	24.630	702172.280	9339813.830	24.660
137.945	0.93	24.18	0.110	exposed	0.440	24.620	702173.230	9339813.540	24.650

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.946	0.93	24.17	0.130	exposed	0.440	24.610	702174.190	9339813.260	24.630
137.947	0.93	24.15	0.150	exposed	0.450	24.600	702175.150	9339812.970	24.620
137.948	0.93	24.14	0.170	exposed	0.490	24.620	702176.110	9339812.680	24.600
137.949	0.93	24.12	0.180	exposed	0.530	24.650	702177.070	9339812.400	24.580
137.950	0.93	24.09	0.190	exposed	0.590	24.680	702178.030	9339812.110	24.560
137.951	0.93	24.07	0.180	exposed	0.660	24.720	702178.980	9339811.810	24.530
137.952	0.93	24.04	0.160	exposed	0.750	24.790	702179.940	9339811.540	24.500
137.953	0.93	24.00	0.120	exposed	0.870	24.880	702180.900	9339811.250	24.470
137.954	0.93	23.97	0.080	exposed	0.070	24.970	702181.850	9339810.950	24.430
137.955	0.93	23.94	0.050	freespan	0.190	25.050	702182.810	9339810.660	24.400
137.956	0.93	23.90	0.020	freespan	0.290	25.120	702183.770	9339810.370	24.360
137.957	0.93	23.86	0.020	freespan	0.360	24.150	702184.720	9339810.080	24.330
137.958	0.93	23.83	0.020	freespan	0.420	25.170	702185.680	9339809.790	24.290
137.959	0.93	23.79	0.030	freespan	0.470	25.180	702186.640	9339809.500	24.250
137.960	0.93	23.75	0.040	freespan	0.520	25.200	702187.590	9339809.200	24.220
137.961	0.93	23.72	0.060	freespan	0.590	25.230	702188.550	9339808.910	24.180
137.962	0.93	23.68	0.090	freespan	0.650	25.250	702189.510	9339808.620	24.140
137.963	0.93	23.64	0.100	freespan	0.690	25.260	702190.470	9339808.340	24.110
137.964	0.93	23.61	0.110	freespan	0.720	25.260	702191.420	9339808.050	24.070
137.965	0.93	23.57	0.100	freespan	0.740	25.240	702192.380	9339807.770	24.030
137.966	0.93	23.53	0.090	freespan	0.760	25.220	702193.340	9339807.480	24.000
137.967	0.93	23.50	0.080	freespan	0.770	25.190	702194.300	9339807.200	23.960
137.968	0.93	23.46	0.090	freespan	0.780	25.170	702195.260	9339806.920	23.930
137.969	0.93	23.42	0.090	freespan	0.790	25.140	702196.220	9339806.640	23.890
137.970	0.93	23.39	0.080	freespan	0.820	25.130	702197.180	9339806.370	23.850
137.971	0.93	23.35	0.060	freespan	0.870	25.140	702198.140	9339806.090	23.810

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.972	0.93	23.31	0.040	freespan	0.960	25.190	702199.100	9339805.810	23.770
137.973	0.93	23.26	0.030	freespan	1.070	25.260	702200.070	9339805.540	23.730
137.974	0.93	23.22	0.050	freespan	1.190	25.340	702201.030	9339805.260	23.690
137.975	0.93	23.18	0.070	freespan	1.300	25.400	702201.990	9339804.980	23.640
137.976	0.93	23.14	0.070	freespan	1.380	25.450	702202.950	9339804.700	23.600
137.977	0.93	23.10	0.050	freespan	1.440	25.470	702203.910	9339804.420	23.560
137.978	0.93	23.06	0.050	freespan	1.490	25.470	702204.870	9339804.140	23.520
137.979	0.93	23.02	0.050	freespan	1.520	25.470	702205.830	9339803.860	23.480
137.980	0.93	22.98	0.050	freespan	1.540	25.450	702206.790	9339803.580	23.450
137.981	0.93	22.95	0.050	freespan	1.560	25.430	702207.750	9339803.310	23.410
137.982	0.93	22.91	0.040	freespan	1.540	25.370	702208.710	9339803.030	23.370
137.983	0.93	22.87	0.050	freespan	1.450	25.250	702209.670	9339802.750	23.340
137.984	0.93	22.84	0.070	freespan	1.290	25.050	702210.630	9339802.470	23.300
137.985	0.93	22.80	0.110	freespan	1.140	24.870	702211.590	9339802.200	23.270
137.986	0.93	22.77	0.130	freespan	1.100	24.800	702212.550	9339801.920	23.230
137.987	0.93	22.74	0.150	freespan	1.270	24.940	702213.510	9339801.640	23.200
137.988	0.93	22.71	0.160	freespan	1.540	25.180	702214.470	9339801.360	23.180
137.989	0.93	22.69	0.160	freespan	1.790	25.410	702215.430	9339801.080	23.150
137.990	0.93	22.66	0.150	freespan	1.920	25.510	702216.390	9339800.790	23.130
137.991	0.93	22.64	0.140	freespan	1.950	25.530	702217.350	9339800.510	23.110
137.992	0.93	22.63	0.130	freespan	1.950	25.510	702218.310	9339800.230	23.090
137.993	0.93	22.61	0.120	freespan	1.930	25.470	702219.270	9339799.950	23.080
137.994	0.93	22.60	0.110	freespan	1.900	25.430	702220.230	9339799.660	23.060
137.995	0.93	22.59	0.110	freespan	1.870	25.380	702221.190	9339799.380	23.050
137.996	0.93	22.58	0.100	freespan	1.850	25.360	702222.150	9339799.100	23.040
137.997	0.93	22.57	0.090	freespan	1.860	25.360	702223.100	9339798.810	23.030

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
137.998	0.93	22.56	0.080	freespan	1.900	25.400	702224.060	9339798.530	23.030
137.999	0.93	22.56	0.080	freespan	1.940	25.420	702225.020	9339798.240	23.020
138.000	0.93	22.56	0.090	freespan	1.940	25.430	702225.980	9339797.950	23.020
138.001	0.93	22.55	0.120	freespan	1.920	25.400	702226.940	9339797.670	23.020
138.002	0.93	22.55	0.150	freespan	1.870	25.350	702227.900	9339797.380	23.020
138.003	0.93	22.55	0.160	freespan	1.810	25.300	702228.860	9339797.100	23.020
138.004	0.93	22.56	0.170	freespan	1.740	25.230	702229.820	9339796.820	23.020
138.005	0.93	22.57	0.170	freespan	1.670	25.170	702230.780	9339796.540	23.030
138.006	0.93	22.58	0.170	freespan	1.610	25.110	702231.740	9339796.260	23.040
138.007	0.93	22.59	0.170	freespan	1.560	25.080	702232.690	9339795.980	23.050
138.008	0.93	22.60	0.170	freespan	1.560	25.090	702233.650	9339795.690	23.070
138.009	0.93	22.62	0.170	freespan	1.580	25.130	702234.610	9339795.410	23.080
138.010	0.93	22.64	0.160	freespan	1.610	25.180	702235.570	9339795.120	23.100
138.011	0.93	22.66	0.150	freespan	1.640	25.230	702236.530	9339794.830	23.130
138.012	0.93	22.69	0.140	freespan	1.630	25.240	702237.480	9339794.540	23.150
138.013	0.93	22.71	0.130	freespan	1.600	25.230	702238.440	9339794.250	23.170
138.014	0.93	22.74	0.120	freespan	1.540	25.200	702239.400	9339793.960	23.200
138.015	0.93	22.77	0.110	freespan	1.470	25.160	702240.350	9339793.660	23.230
138.016	0.93	22.80	0.090	freespan	1.410	25.130	702241.310	9339793.370	23.260
138.017	0.93	22.83	0.080	freespan	1.370	25.130	702242.260	9339793.070	23.290
138.018	0.93	22.86	0.060	freespan	1.360	25.150	702243.220	9339792.770	23.330
138.019	0.93	22.90	0.060	freespan	1.370	25.190	702244.170	9339792.480	23.360
138.020	0.93	22.93	0.060	freespan	1.360	25.220	702245.130	9339792.180	23.400
138.021	0.93	22.97	0.070	freespan	1.320	25.210	702246.080	9339791.880	23.430
138.022	0.93	23.01	0.080	freespan	1.250	25.180	702247.040	9339791.580	23.470
138.023	0.93	23.04	0.090	freespan	1.150	25.120	702247.990	9339791.290	23.510



KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.024	0.93	23.08	0.100	freespan	1.040	25.050	702248.950	9339790.990	23.550
138.025	0.93	23.12	0.100	freespan	0.950	25.000	702249.900	9339791.690	23.590
138.026	0.93	23.17	0.080	freespan	0.900	24.990	702250.850	9339790.390	23.630
138.027	0.93	23.21	0.060	freespan	0.890	25.030	702251.810	9339790.080	23.670
138.028	0.93	23.25	0.020	freespan	0.910	25.090	702252.760	9339789.780	23.710
138.029	0.93	23.29	0.030	freespan	0.920	25.140	702253.710	9339789.480	23.760
138.030	0.93	23.29	0.030	freespan	0.920	25.140	702253.710	9339789.480	23.760
138.031	0.93	23.28	0.090	freespan	0.850	25.160	702255.620	9339788.870	23.840
138.032	0.93	23.42	0.110	freespan	0.800	25.140	702256.570	9339788.570	23.880
138.033	0.93	23.46	0.120	freespan	0.750	25.130	702257.530	9339788.260	23.920
138.034	0.93	23.49	0.110	freespan	0.700	25.120	702258.480	9339787.960	23.960
138.035	0.93	23.53	0.100	freespan	0.660	25.120	702259.430	9339787.660	23.990
138.036	0.93	23.56	0.080	freespan	0.630	25.120	702260.390	9339787.360	24.030
138.037	0.93	23.59	0.060	freespan	0.600	25.130	702261.340	9339787.070	24.060
138.038	0.93	23.62	0.040	freespan	0.580	25.130	702262.300	9339786.770	24.090
138.039	0.93	23.66	0.040	freespan	0.550	25.113	702263.250	9339786.470	24.120
138.040	0.93	23.68	0.040	freespan	0.510	25.120	702264.210	9339786.170	24.150
138.041	0.93	23.71	0.040	freespan	0.450	25.100	702265.160	9339785.870	24.180
138.042	0.93	23.74	0.050	freespan	0.380	25.050	702266.110	9339785.570	24.210
138.043	0.93	23.77	0.060	freespan	0.300	24.990	702267.070	9339785.270	24.230
138.044	0.93	23.80	0.070	freespan	0.200	24.930	702268.020	9339784.970	24.260
138.045	0.93	23.82	0.080	freespan	0.100	24.860	702268.980	9339784.670	24.290
138.046	0.93	23.85	0.090	freespan	0.010	24.790	702269.930	9339784.370	24.310
138.047	0.93	23.87	0.090	exposed	0.860	24.740	702270.880	9339784.070	24.330
138.048	0.93	23.89	0.090	exposed	0.790	24.690	702271.840	9339783.770	24.360
138.049	0.93	23.91	0.070	exposed	0.730	24.650	702272.790	9339783.470	24.380

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.050	0.93	23.93	0.060	exposed	0.680	24.610	702273.750	9339783.170	24.390
138.051	0.93	23.95	0.040	exposed	0.640	24.590	702274.700	9339782.870	24.410
138.052	0.93	23.96	0.030	exposed	0.610	24.580	702275.650	9339782.570	24.430
138.053	0.93	23.98	0.020	exposed	0.590	24.570	702276.610	9339782.270	24.440
138.054	0.93	24.00	0.030	exposed	0.560	24.560	702277.560	9339781.970	24.460
138.055	0.93	24.01	0.040	exposed	0.520	24.540	702278.520	9339781.670	24.480
138.056	0.93	24.03	0.050	exposed	0.500	24.520	702279.470	9339781.370	24.490
138.057	0.93	24.04	0.060	exposed	0.480	24.520	702280.420	9339781.070	24.500
138.058	0.93	24.05	0.070	exposed	0.470	24.530	702281.380	9339780.770	24.520
138.059	0.93	24.07	0.080	exposed	0.470	24.520	702282.330	9339780.470	24.530
138.060	0.93	24.08	0.070	exposed	0.460	24.540	702283.290	9339780.170	24.540
138.061	0.93	24.09	0.060	exposed	0.460	24.550	702284.240	9339779.870	24.550
138.062	0.93	24.09	0.050	exposed	0.460	24.560	702285.190	9339779.570	24.560
138.063	0.93	24.10	0.060	exposed	0.450	24.550	702286.150	9339779.280	24.570
138.064	0.93	24.11	0.090	exposed	0.420	24.530	702287.100	9339778.980	24.570
138.065	0.93	24.11	0.110	exposed	0.380	24.500	702288.060	9339778.680	24.580
138.066	0.93	24.12	0.120	exposed	0.360	24.480	702289.010	9339778.380	24.580
138.067	0.93	24.12	0.110	exposed	0.360	24.480	702289.970	9339778.080	24.590
138.068	0.93	24.12	0.070	exposed	0.370	24.500	702290.920	9339777.770	24.590
138.069	0.93	24.13	0.030	exposed	0.390	24.520	702291.870	9339777.470	24.590
138.070	0.93	24.13	0.010	exposed	0.410	24.530	702292.820	9339777.170	24.590
138.071	0.93	24.31	0.030	exposed	0.400	24.530	702298.780	9339776.860	24.590
138.072	0.93	24.13	0.050	exposed	0.390	24.520	702294.730	9339776.560	24.590
138.073	0.93	24.13	0.050	exposed	0.380	24.510	702295.680	9339776.250	24.600
138.074	0.93	24.14	0.050	exposed	0.370	24.510	702296.630	9339775.950	24.600
138.075	0.93	24.14	0.050	exposed	0.360	24.500	702297.590	9339775.640	24.610

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.076	0.93	24.15	0.050	exposed	0.340	24.490	702298.540	9339775.340	24.610
138.077	0.93	24.15	0.050	exposed	0.320	24.480	702299.490	9339775.040	24.620
138.078	0.93	24.16	0.060	exposed	0.310	24.470	702300.450	9339774.740	24.620
138.079	0.93	24.17	0.060	exposed	0.310	24.480	702301.400	9339774.430	24.630
138.080	0.93	24.17	0.050	exposed	0.310	24.480	702302.350	9339774.130	24.640
138.081	0.93	24.18	0.050	exposed	0.310	24.290	702303.310	9339773.840	24.640
138.082	0.93	24.18	0.040	exposed	0.300	24.490	702304.260	9339773.540	24.650
138.083	0.93	24.19	0.040	exposed	0.300	24.490	702305.220	9339773.240	24.650
138.084	0.93	24.19	0.040	exposed	0.290	24.480	702306.170	9339772.940	24.660
138.085	0.93	24.20	0.030	exposed	0.290	24.490	702.307.13	9339772.640	24.660
138.086	0.93	24.20	0.040	exposed	0.300	24.500	702308.080	9339772.340	24.660
138.087	0.93	24.20	0.050	exposed	0.300	24.500	702309.040	9339772.050	24.670
138.088	0.93	24.20	0.050	exposed	0.300	24.510	702309.990	9339771.750	24.670
138.089	0.93	24.21	0.040	exposed	0.300	24.510	702310.950	9339771.460	24.670
138.090	0.93	24.21	0.020	exposed	0.300	24.510	702311.900	9339771.160	24.670
138.091	0.93	24.21	0.010	exposed	0.300	24.510	702312.860	9339770.870	24.680
138.092	0.93	24.22	0.030	exposed	0.300	24.520	702313.810	9339770.570	24.680
138.093	0.93	24.22	0.040	exposed	0.310	24.530	702314.770	9339770.280	24.680
138.094	0.93	24.22	0.050	exposed	0.320	24.540	702315.730	9339769.980	24.690
138.095	0.93	24.22	0.040	exposed	0.320	24.540	702316.680	9339769.690	24.690
138.096	0.93	24.23	0.040	exposed	0.310	24.540	702317.640	9339769.390	24.690
138.097	0.93	24.23	0.030	exposed	0.300	24.520	702318.590	9339769.090	24.690
138.098	0.93	24.23	0.030	exposed	0.290	24.520	702319.550	9339768.800	24.690
138.099	0.93	24.23	0.020	exposed	0.290	24.520	702320.500	9339768.500	24.690
138.100	0.93	24.23	0.010	exposed	0.290	24.520	702321.450	9339768.200	24.690
138.101	0.93	24.23	0.020	exposed	0.290	24.520	702322.410	9339767.900	24.690

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.102	0.93	24.23	0.040	exposed	0.290	24.520	702323.360	9339767.610	24.690
138.103	0.93	24.23	0.070	exposed	0.280	24.510	702324.320	9339767.310	24.690
138.104	0.93	24.23	0.090	exposed	0.260	24.490	702325.270	9339767.010	24.690
138.105	0.93	24.23	0.100	exposed	0.250	24.480	702326.230	9339766.720	24.690
138.106	0.93	24.23	0.100	exposed	0.240	24.470	702327.190	9339766.340	24.690
138.107	0.93	24.23	0.080	exposed	0.240	24.470	702328.140	9339766.130	24.690
138.108	0.93	24.22	0.040	exposed	0.240	24.460	702329.100	9339765.840	24.690
138.109	0.93	24.22	0.020	exposed	0.230	24.450	702330.060	9339765.560	24.680
138.110	0.93	24.22	0.050	exposed	0.230	24.450	702331.010	9339765.270	24.680
138.111	0.93	24.22	0.090	exposed	0.230	24.450	702331.970	9339764.980	24.480
138.112	0.93	24.21	0.100	exposed	0.230	24.450	702332.930	9339764.680	24.680
138.113	0.93	24.21	0.100	exposed	0.240	24.440	702333.880	9339764.390	24.670
138.114	0.93	24.21	0.080	exposed	0.230	24.440	702334.840	9339764.090	24.670
138.115	0.93	24.20	0.050	exposed	0.220	24.430	702335.790	9339763.800	24.670
138.116	0.93	24.20	0.030	exposed	0.220	24.420	702336.750	9339763.500	24.660
138.117	0.93	24.19	0.040	exposed	0.210	24.410	702337.700	9339763.200	24.660
138.118	0.93	24.19	0.040	exposed	0.210	24.390	702338.660	9339762.910	24.650
138.119	0.93	24.18	0.040	exposed	0.200	24.380	702339.610	9339762.610	24.650
138.120	0.93	24.18	0.030	exposed	0.200	24.380	702340.570	9339762.310	24.640
138.121	0.93	24.17	0.010	exposed	0.210	24.380	702341.520	9339762.020	24.640
138.122	0.93	24.17	0.020	exposed	0.220	24.390	702342.480	9339761.710	24.630
138.123	0.93	24.16	0.040	exposed	0.240	24.400	702343.430	9339761.430	24.620
138.124	0.93	24.15	0.050	exposed	0.250	24.400	702344.390	9339761.130	24.620
138.125	0.93	24.15	0.050	exposed	0.250	24.400	702345.340	9339760.830	24.610
138.126	0.93	24.15	0.050	exposed	0.240	24.390	702346.300	9339760.540	24.610
138.127	0.93	24.14	0.040	exposed	0.240	24.390	702347.260	9339760.240	24.610

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.128	0.93	24.14	0.040	exposed	0.250	24.390	702348.210	9339759.950	24.610
138.129	0.93	24.14	0.020	exposed	0.260	24.400	702349.170	9339759.650	24.600
138.130	0.93	24.14	0.010	exposed	0.260	24.400	702350.120	9339759.350	24.600
138.131	0.93	24.14	0.020	exposed	0.250	24.390	702351.080	9339759.060	24.600
138.132	0.93	24.14	0.020	exposed	0.250	24.390	702351.080	9339759.060	24.600
138.133	0.93	24.14	0.070	exposed	0.230	24.370	702352.990	9339758.460	24.600
138.134	0.93	24.14	0.080	exposed	0.240	24.380	702353.940	9339758.170	24.600
138.135	0.93	24.13	0.080	exposed	0.250	24.390	702354.900	9339757.880	24.600
138.136	0.93	24.13	0.060	exposed	0.270	24.400	702355.850	9339757.580	24.590
138.137	0.93	24.13	0.030	exposed	0.280	24.400	702356.810	9339757.290	24.590
138.138	0.93	24.12	0.020	exposed	0.280	24.410	702357.770	9339757.000	24.590
138.139	0.93	24.12	0.060	exposed	0.280	24.400	702358.720	9339756.710	24.580
138.140	0.93	24.12	0.090	exposed	0.280	24.390	702359.680	9339756.420	24.580
138.141	0.93	24.11	0.110	exposed	0.270	24.380	702360.640	9339756.130	24.580
138.142	0.93	24.11	0.100	exposed	0.260	24.370	702361.590	9339755.830	24.570
138.143	0.93	24.11	0.070	exposed	0.260	24.370	702362.550	9339755.530	24.570
138.144	0.93	24.10	0.030	exposed	0.260	24.360	702363.500	9339755.230	24.570
138.145	0.93	24.10	0.020	exposed	0.250	24.350	702364.460	9339754.940	24.560
138.146	0.93	24.10	0.060	exposed	0.240	24.340	702365.410	9339754.640	24.560
138.147	0.93	24.09	0.090	exposed	0.250	24.340	702366.360	9339754.340	24.560
138.148	0.93	24.09	0.100	exposed	0.250	24.340	702367.320	9339754.040	24.560
138.149	0.93	24.09	0.090	exposed	0.260	24.550	702368.280	9339753.750	24.550
138.150	0.93	24.09	0.070	exposed	0.260	24.350	702369.230	9339753.460	24.550
138.151	0.93	24.09	0.050	exposed	0.260	24.350	702370.190	9339753.160	24.550
138.152	0.93	24.09	0.040	exposed	0.260	24.340	702371.140	9339752.870	24.550
138.153	0.93	24.08	0.030	exposed	0.260	24.340	702370.100	9339752.580	24.550

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.154	0.93	24.08	0.030	exposed	0.260	24.340	702373.060	9339752.290	24.550
138.155	0.93	24.08	0.030	exposed	0.260	24.340	702374.020	9339752.000	24.550
138.156	0.93	24.08	0.030	exposed	0.260	24.340	702374.970	9339751.710	24.540
138.157	0.93	24.08	0.030	exposed	0.260	24.340	702375.930	9339751.420	24.540
138.158	0.93	24.08	0.020	exposed	0.260	24.330	702376.890	9339751.140	24.540
138.159	0.93	24.07	0.020	exposed	0.260	24.330	702377.850	9339750.850	24.540
138.160	0.93	24.07	0.020	exposed	0.260	24.330	702378.800	9339750.560	24.530
138.161	0.93	24.07	0.020	exposed	0.260	24.320	702379.760	9339750.270	24.530
138.162	0.93	24.06	0.020	exposed	0.250	24.320	702380.720	9339749.990	24.530
138.163	0.93	24.06	0.020	exposed	0.250	24.320	702381.680	9339749.700	24.520
138.164	0.93	24.06	0.020	exposed	0.250	24.310	702382.640	9339749.410	24.520
138.165	0.93	24.05	0.020	exposed	0.260	24.320	702383.590	9339749.130	24.520
138.166	0.93	24.05	0.010	exposed	0.270	24.320	702384.550	9339784.840	24.510
138.167	0.93	24.05	0.000	exposed	0.270	24.320	702385.510	9339748.550	24.510
138.168	0.93	24.04	0.010	exposed	0.280	24.320	702386.470	9339748.270	24.510
138.169	0.93	24.04	0.030	exposed	0.290	24.330	702387.430	9339747.980	24.500
138.170	0.93	24.03	0.040	exposed	0.290	24.330	702388.380	9339747.700	24.500
138.171	0.93	24.03	0.050	exposed	0.290	24.320	702389.340	9339747.410	24.500
138.172	0.93	24.03	0.050	exposed	0.280	24.310	702390.300	9339747.120	24.490
138.173	0.93	24.03	0.050	exposed	0.270	24.300	702391.260	9339746.830	24.490
138.174	0.93	24.03	0.030	exposed	0.280	24.300	702392.220	9339746.550	24.490
138.175	0.93	24.03	0.020	exposed	0.290	24.310	702393.170	9339746.260	24.490
138.176	0.93	24.03	0.030	exposed	0.300	24.330	702394.130	9339745.970	24.490
138.177	0.93	24.03	0.070	exposed	0.310	24.330	702395.090	9339745.680	24.490
138.178	0.93	24.03	0.100	exposed	0.310	24.340	702396.050	9339745.400	24.490
138.179	0.93	24.03	0.130	exposed	0.310	24.330	702397.010	9339745.110	24.490

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.180	0.93	24.03	0.150	exposed	0.300	24.330	702397.960	9339744.830	24.330
138.181	0.93	24.02	0.160	exposed	0.290	24.320	702398.920	9339744.550	24.490
138.182	0.93	24.02	0.160	exposed	0.280	24.300	702399.890	9339744.270	24.480
138.183	0.93	24.02	0.140	exposed	0.280	24.300	702400.850	9339744.000	24.480
138.184	0.93	24.02	0.130	exposed	0.280	24.290	702401.810	9339743.720	24.480
138.185	0.93	24.02	0.100	exposed	0.280	24.300	702402.770	9339743.450	24.480
138.186	0.93	24.02	0.090	exposed	0.290	24.310	702403.740	9339743.190	24.480
138.187	0.93	24.02	0.080	exposed	0.290	24.310	702404.700	9339742.920	24.480
138.188	0.93	24.02	0.060	exposed	0.280	24.300	702405.660	9339742.650	24.480
138.189	0.93	24.02	0.050	exposed	0.270	24.290	702406.630	9339742.380	24.490
138.190	0.93	24.03	0.030	exposed	0.250	24.280	702407.590	9339742.110	24.490
138.191	0.93	24.03	0.040	exposed	0.230	24.270	702408.550	9339741.850	24.500
138.192	0.93	24.04	0.060	exposed	0.220	24.260	702409.520	9339741.580	24.500
138.193	0.93	24.04	0.070	exposed	0.220	24.260	702410.480	9339741.310	24.510
138.194	0.93	24.05	0.070	exposed	0.220	24.260	702411.450	9339741.050	24.050
138.195	0.93	24.05	0.060	exposed	0.220	24.270	702412.410	9339740.790	24.510
138.196	0.93	24.05	0.050	exposed	0.210	24.270	702413.380	9339740.520	24.520
138.197	0.93	24.06	0.040	exposed	0.220	24.270	702414.340	9339740.260	24.520
138.198	0.93	24.06	0.040	exposed	0.220	24.280	702415.310	9339740.000	24.520
138.199	0.93	24.06	0.020	exposed	0.230	24.290	702416.280	9339739.740	24.520
138.200	0.93	24.06	0.020	exposed	0.230	24.290	702417.240	9339739.480	24.530
138.201	0.93	24.06	0.020	exposed	0.240	24.300	702418.210	9339739.220	24.530
138.202	0.93	24.06	0.040	exposed	0.250	24.320	702419.170	9339738.960	24.530
138.203	0.93	24.06	0.070	exposed	0.260	24.330	702420.140	9339738.700	24.530
138.204	0.93	24.07	0.100	exposed	0.270	24.330	702421.100	9339738.440	24.530
138.205	0.93	24.07	0.130	exposed	0.260	24.330	702422.070	9339738.180	24.530

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.206	0.93	24.07	0.140	exposed	0.260	24.320	702423.040	9339737.920	24.530
138.207	0.93	24.07	0.150	exposed	0.250	24.320	702424.010	9339737.670	24.530
138.208	0.93	24.07	0.140	exposed	0.250	24.320	702424.980	9339737.420	24.540
138.209	0.93	24.07	0.120	exposed	0.250	24.330	702425.950	9339737.170	24.540
138.210	0.93	24.08	0.100	exposed	0.250	24.330	702426.920	9339736.930	24.540
138.211	0.93	24.08	0.080	exposed	0.250	24.330	702427.890	9339736.680	24.540
138.212	0.93	24.08	0.060	exposed	0.250	24.330	702428.860	9339736.440	24.550
138.213	0.93	24.09	0.060	exposed	0.240	24.330	702429.830	9339736.200	24.550
138.214	0.93	24.09	0.060	exposed	0.240	24.340	702430.800	9339735.950	24.560
138.215	0.93	24.10	0.080	exposed	0.240	24.340	702431.770	9339735.710	24.560
138.216	0.93	24.10	0.100	exposed	0.240	24.340	702432.740	9339735.480	24.570
138.217	0.93	24.11	0.130	exposed	0.240	24.350	702433.720	9339735.240	24.570
138.218	0.93	24.11	0.150	exposed	0.240	24.350	702434.690	9339735.000	24.570
138.219	0.93	24.11	0.160	exposed	0.230	24.350	702435.670	9339734.770	24.580
138.220	0.93	24.12	0.170	exposed	0.240	24.350	702436.640	9339734.540	24.580
138.221	0.93	24.12	0.160	exposed	0.240	24.360	702437.620	9339734.310	24.590
138.222	0.93	24.13	0.140	exposed	0.240	24.370	702438.590	9339734.090	24.590
138.223	0.93	24.13	0.120	exposed	0.250	24.380	702439.570	9339733.860	24.590
138.224	0.93	24.13	0.100	exposed	0.250	24.380	702440.550	9339733.640	24.600
138.225	0.93	24.13	0.080	exposed	0.240	24.380	702441.530	9339733.430	24.600
138.226	0.93	24.14	0.070	exposed	0.240	24.370	702442.510	9339733.210	24.600
138.227	0.93	24.14	0.070	exposed	0.230	24.370	702443.490	9339732.990	24.600
138.228	0.93	24.14	0.070	exposed	0.230	24.370	702444.470	9339732.780	24.600
138.229	0.93	24.14	0.070	exposed	0.240	24.380	702445.450	9339732.560	24.600
138.230	0.93	24.14	0.070	exposed	0.250	24.390	702446.430	9339732.350	24.600
138.231	0.93	24.14	0.080	exposed	0.260	24.400	702447.410	9339732.240	24.600



KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.232	0.93	24.14	0.090	exposed	0.260	24.400	702448.390	9339731.920	24.600
138.233	0.93	24.14	0.100	exposed	0.270	24.400	702449.370	9339731.710	24.600
138.234	0.93	24.14	0.110	exposed	0.270	24.400	702450.350	9339731.510	24.600
138.235	0.93	24.14	0.120	exposed	0.270	24.410	702451.330	9339731.300	24.600
138.236	0.93	24.14	0.130	exposed	0.270	24.410	702452.320	9339731.100	24.600
138.237	0.93	24.14	0.140	exposed	0.260	24.400	702453.300	9339730.890	24.600
138.238	0.93	24.14	0.160	exposed	0.260	24.400	702454.280	9339730.690	24.600
138.239	0.93	24.14	0.160	exposed	0.250	24.390	702455.270	9339730.500	24.600
138.240	0.93	24.14	0.140	exposed	0.240	24.380	702456.250	9339730.300	24.600
138.241	0.93	24.13	0.120	exposed	0.240	24.380	702457.240	9339730.110	24.600
138.242	0.93	24.13	0.080	exposed	0.250	24.370	702458.230	9339729.920	24.590
138.243	0.93	24.12	0.060	exposed	0.240	24.370	702459.220	9339729.730	24.580
138.244	0.93	24.12	0.050	exposed	0.240	24.350	702460.200	9339729.540	24.580
138.245	0.93	24.11	0.050	exposed	0.230	24.340	702461.190	9339729.350	24.570
138.246	0.93	24.11	0.050	exposed	0.220	24.330	702462.180	9339729.160	24.570
138.247	0.93	24.10	0.040	exposed	0.220	24.320	702463.170	9339728.970	24.570
138.248	0.93	24.10	0.030	exposed	0.210	24.310	702464.150	9339728.780	24.560
138.249	0.93	24.10	0.020	exposed	0.200	24.300	702465.140	9339728.600	24.560
138.250	0.93	24.10	0.010	exposed	0.200	24.290	702466.130	9339728.410	24.560
138.251	0.93	24.09	0.010	exposed	0.200	24.290	702467.120	9339728.220	24.560
138.252	0.93	24.09	0.010	exposed	0.200	24.300	702468.110	9339728.030	24.550
138.253	0.93	24.09	0.040	exposed	0.210	24.300	702469.090	9339727.840	24.550
138.254	0.93	24.09	0.070	exposed	0.220	24.310	702470.080	9339727.650	24.550
138.255	0.93	24.09	0.090	exposed	0.240	24.330	702471.070	9339727.470	24.550
138.256	0.93	24.08	0.090	exposed	0.250	24.330	702472.060	9339727.280	24.550
138.257	0.93	24.08	0.070	exposed	0.230	24.320	702473.050	9339727.100	24.550

KP	Diameter Pipa (m)	Atas Pipa (m)	derajat belokan (deg)	Status	Exposed (m)	Terrain (m)	Easting (m)	Northing (m)	Z (m)
138.258	0.93	24.08	0.050	exposed	0.200	24.290	702474.040	9339762.920	24.550
138.259	0.93	24.08	0.020	exposed	0.170	24.260	702475.030	9339726.730	24.550
138.260	0.93	24.09	0.020	exposed	0.170	24.250	702476.020	9339765.550	24.550
138.261	0.93	24.09	0.030	exposed	0.180	24.260	702477.010	9339726.370	24.550
138.262	0.93	24.09	0.040	exposed	0.200	24.290	702478.000	9339726.190	24.550
138.263	0.93	24.09	0.040	exposed	0.220	24.310	702478.980	9339726.000	24.550
138.264	0.93	24.09	0.060	exposed	0.240	24.330	702479.970	9339725.820	24.550
138.265	0.93	24.09	0.070	exposed	0.260	24.350	702480.960	9339725.640	24.560
138.266	0.93	24.10	0.080	exposed	0.260	24.360	702481.950	9339725.450	24.560
138.267	0.93	24.10	0.080	exposed	0.270	24.370	702482.940	9339725.270	24.570
138.268	0.93	24.11	0.060	exposed	0.260	24.370	702483.930	9339725.090	24.570
138.269	0.93	24.12	0.030	exposed	0.250	24.370	702484.920	9339724.900	24.580
138.270	0.93	24.13	0.000	exposed	0.230	24.360	702485.910	9339724.720	24.590

## BIOGRAFI PENULIS



Dody Pambudhi. Penulis dilahirkan di Tanjungpandan pada tanggal 4 Juli 1995. Merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Ayah bernama Yuliardi Sukardi dan Ibu bernama Suti Dustiah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Angkasa, SDN 9 Tanjungpandan, SMPN 1 Tanjungpandan, dan SMAN 1 Tanjungpandan. Kemudian melanjutkan pendidikan S-1 di Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Terdaftar pada tahun 2013 dengan NRP 3513100054. Selama duduk di bangku kuliah penulis aktif berorganisasi dan mengikuti kepanitian ditingkat departemen, fakultas, dan institut. Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis adalah Staf Kementrian Energi dan Maritim BEM ITS 14/15, staf HRD UKM ITS Billiard 14/15, ketua biro Kajian Strategis Departemen Dagri HIMAGE-ITS 15/16.